



Document  
are  
redig  
ale  
per  
nica  
nicultural



Università Politecnica delle Marche  
Facoltà di Ingegneria  
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura  
Laboratorio DHeKalos  
Gruppo di ricerca Distori Heritage

# Digital Cultural Heritage: il patrimonio per tutti

Romina Nespeca





digital  
Heritage  
Kalos

Laboratorio in Digital Cultural Heritage  
Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura  
Università Politecnica delle Marche

Document  
ared **I** Segna  
redigi **T** ale  
perc **O** mu  
nica **R** eibe  
nicultural **I**



# Distori Heritage

**DiStoRi Heritage** è un gruppo di ricerca interdipartimentale sul **Digital Cultural Heritage** dell'Università Politecnica delle Marche.

Si occupa di digitalizzazione dei Beni culturali e architettonici per la prevenzione digitale e la riproduzione e fruizione di facsimili 2D/3D.

Al suo interno operano due distinti filoni:  
**Distori for Architecture** per la documentazione architettonica finalizzata al recupero, al restauro e alla conservazione e monitoraggio e  
**Distori for Museum** per la valorizzazione dei beni culturali e lo sviluppo di nuove applicazioni di fruizione museale.



[www.distori.org](http://www.distori.org)



Distori Heritage



Distori Heritage



Distori Heritage

Document  
ared I Segna  
redigi T ale  
perco mu  
nica Reibe  
nicultural I



# Laboratorio DHeKalos – la strumentazione

Il laboratorio è dotato di strumentazione all'avanguardia per la digitalizzazione di beni culturali e beni architettonici, del paesaggio e territorio, così come delle attrezzature utili a visualizzare, testare e interagire con qualunque tipologia di facsimile digitale.

Laser Scanner Terrestri LEICA P40 e LEICA C10 e RTC360

Laser Scanner Kaarta Stencil

Leica Scan & Go

GPS Hiper HR (Base+Rover)

Drone DJI mavic mini

Drone DJI SPARK FLY

iSTAR

Sony ALPHA 9

Sony ALPHA 6500

Nikon D90

Broncolor - Flash Siros 800 L Outdoor Kit 2 WiFi / RFS 2

HTC Vive VR

HTC Vive Pro Eye

HTC Vive VR Tobii Pro

iMotions-Eye Tracking Virtual Reality

NeXus-10 MKII Mind Media sensori biometrici

OCULUS GO

OCULUS QUEST

OCULUS QUEST 2

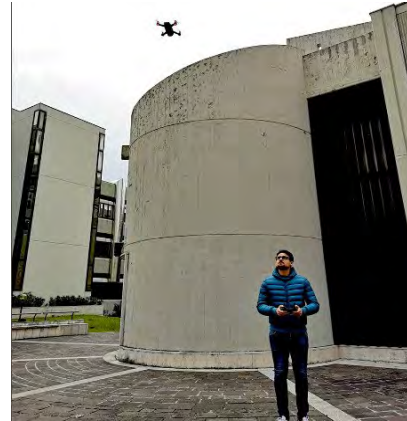
Ologramma STARK

Imagewall STARK

HoloLens 2

Tablet, Ipad e smartphone

6 Xovis 3D sensor





**Paolo Clini**

Professore ordinario

Responsabile scientifico del gruppo di ricerca



**Emanuele Frontoni**

Professore Ordinario



**Roberto Perna**

Professore Ordinario



**Adriano Mancini**

Professore Associato



**Ramona Quattrini**

Professoressa Associata



**Simona Sabbatini**

Professoressa Associata



**Chiara Mariotti**

Ricercatrice



**Romina Nespeca**

Ricercatrice



**Renato Angeloni**

Assegnista



**Anna Paola Pugnali**

Area Tecnico-Scientifica



**Mirco D'Alessio**

Dottorando



**Jesús Muñoz Cádiz**

Dottorando



**Iva Vasic**

Dottoranda



**Umberto Ferretti**

Dottorando



**Daniele De Luca**

Assegnista



**Laura Coppetta**

Dottoranda



**Alessandro Ceppetelli**

Dottorando



**Floriano Capponi**

Area Tecnico-Scientifica



**Luigi Sagone**

Area Tecnico-Scientifica





# Digitization/Digitalization

**Digitization** indicates procedures of data capturing and remote sensing in order to generate virtual facsimile, transforming tangible CH into digital contents.

**Digitalization** is the adoption process of digital technologies for the public engagement and for back-office management.

# Digitization

# digitization of Cultural Heritage

“

*The digitization will save Cultural Heritage  
and the Digital Cultural Heritage  
will be a new legacy for our sons.*

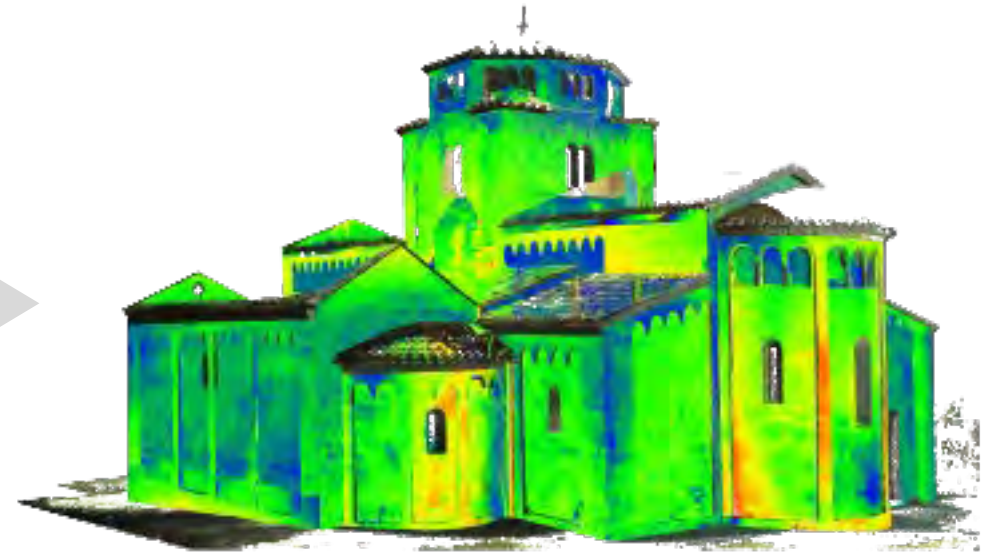
”





# 3D digitization > 3D model

*Advances in data acquisition techniques have led us towards a large availability of 3D digital models.*



**DEMATERIALIZING CULTURAL HERITAGE**

# [why?] digitization

to prevent



for emergencies



to analyse



to learn by enjoying



# [why?] digitization

*"Se quei ruderi sono stati ben rilevati tridimensionalmente si può  
anche immaginare una ricostruzione ... "*

*Andrea Carandini*

Palmira,  
Baalshamin Temple



Norcia,  
Cathedral



Paris,  
Notre Dame  
Cathedral





# La Cultura Fragile

Per la prima volta nella storia moderna dell'umanità ci sono stati giorni in cui tutti i musei del mondo erano chiusi, in cui tutto il patrimonio storico artistico archeologico del nostro paese era inaccessibile.

Ci sono stati giorni in cui la nostra memoria era ed è stata completamente cancellata.

Ci sono stati giorni in cui abbiamo capito che la cultura è la manifestazione più fragile della nostra civiltà.

Ci sono stati giorni in cui abbiamo capito che il mondo era cambiato e che bisognava cercare nuove strade per salvare la nostra cultura (e gran parte della nostra economia) e per farla sopravvivere anche alla caducità fisica dell'essere umano. Farla sopravvivere a guerre, epidemie, disastri e a tutto quello che ne può mettere in dubbio l'esistenza.

**E abbiamo capito che non eravamo pronti a dare risposte**



→ Digital **FOR** Cultural Heritage

...because digital helps to understand Cultural Heritage.  
And at the same time digital becomes itself a heritage as  
it allows to give continuity to history, so...

→ Digital **AS** Cultural Heritage



# Digital AS Cultural Heritage



«Che cos'è, propriamente, l'aura?  
Un singolare intreccio di spazio e di tempo:  
l'apparizione unica di una lontananza, per quanto  
questa possa essere vicina».

*Walter Benjamin, 1935, L'opera d'arte nell'epoca della sua  
riproducibilità tecnica*

«Fra originali e copie c'è una strana tensione: la  
copia rende omaggio all'originale e con ciò ne  
riconosce la superiorità; ma insieme pretende di  
sostituirlo, e dunque ne contesta l'unicità».

Salvatore Settis



# Perché dematerializzare

Riproducibilità  
dell'opera d'arte per:

FARNE ELEMENTO DI  
**DEMOCRATIZZAZIONE**  
DELLA NOSTRA SOCIETÀ

**STUDIARE**

**TUTELARE**

**PRESERVARE**

**RESTAURARE**

**COMUNICARE**

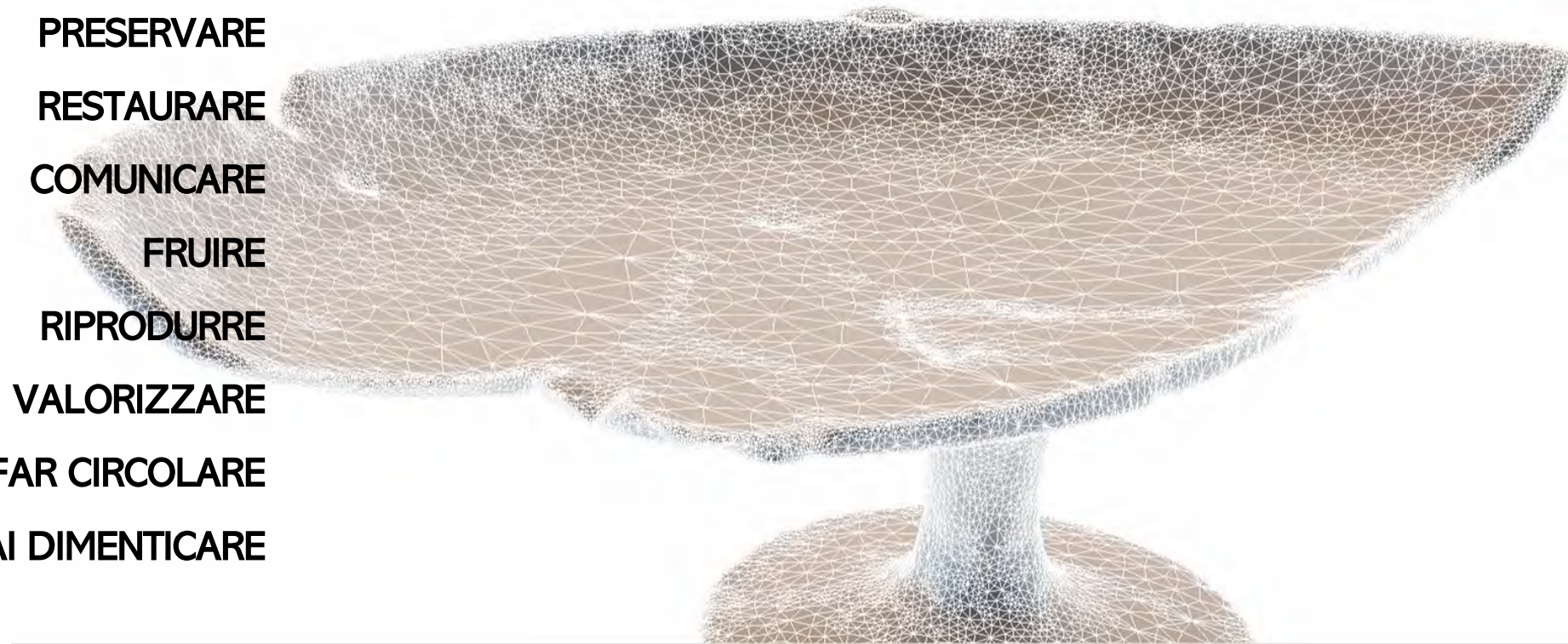
**FRUIRE**

**RIPRODURRE**

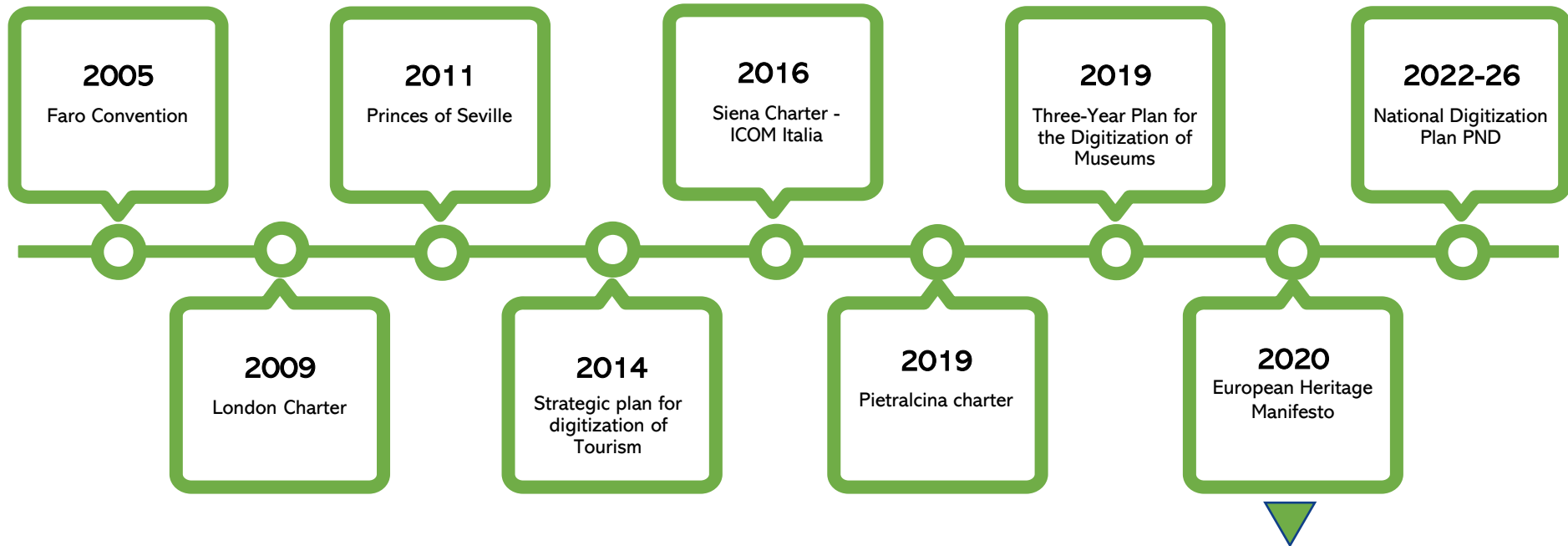
**VALORIZZARE**

**FAR CIRCOLARE**

**MAI DIMENTICARE**



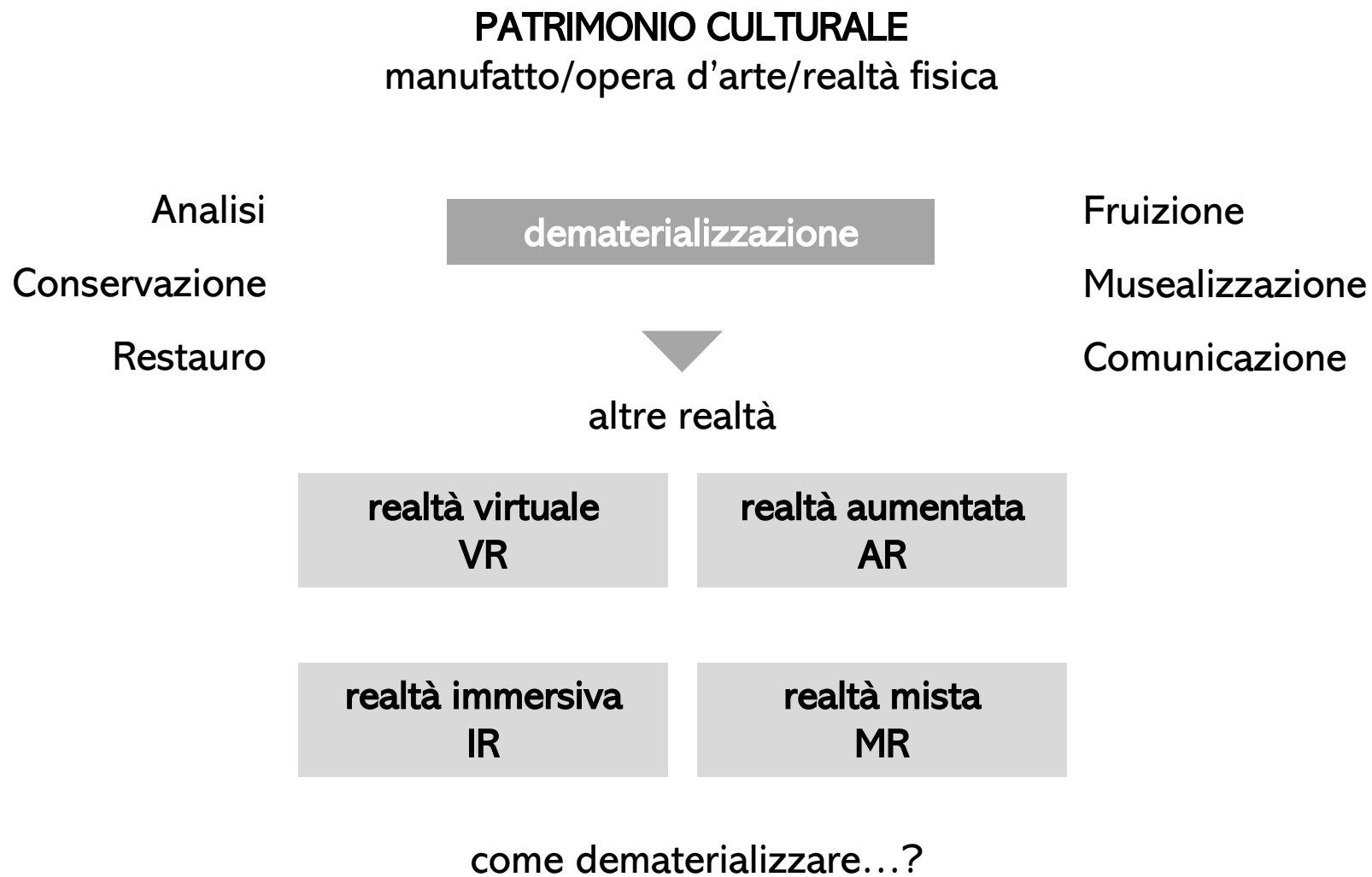
# Documenti programmatici



digitalizzazione = democratizzazione

***3. Digitally Transforming Europe***  
... We need to democratise access to our heritage to support diversity, inclusivity, creativity, and critical engagement in education and knowledge sharing...

# La dematerializzazione del patrimonio









# Digitalizzazione scientifica





# Digitalizzazione 2D - fotografia panoramica

Arch of Trajan, Ancona

<https://www.youtube.com/watch?v=LV-u-xh7a2Q&t=1s>





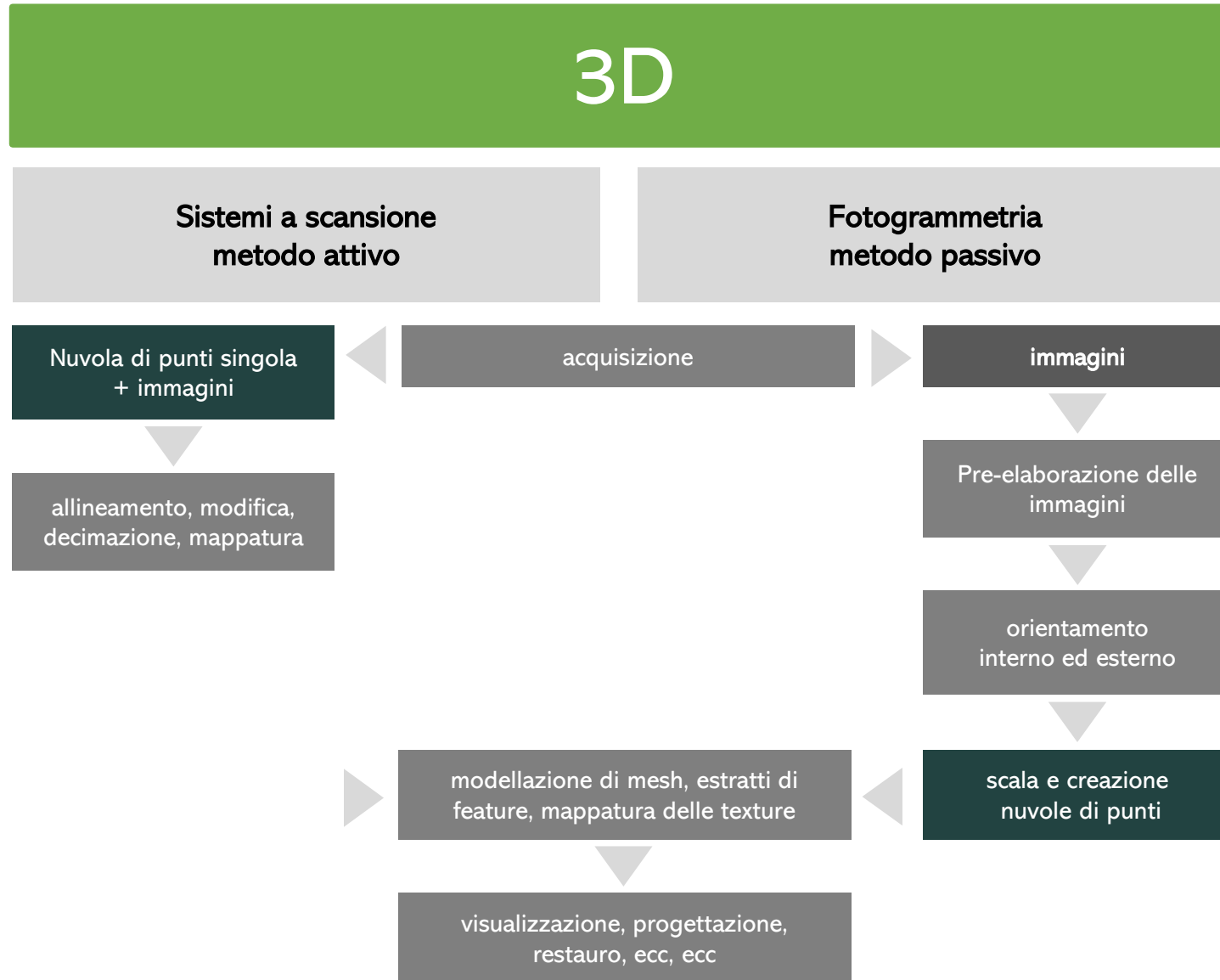
# Digitalizzazione 2D - fotografia gigapixel

Sposalizio della Vergine di Guercino

[https://dhekalos.it/HD/sposalizio\\_della\\_vergine/viewer.htm](https://dhekalos.it/HD/sposalizio_della_vergine/viewer.htm)



# Digitalizzazione scientifica





# Digitalizzazione 3D - fotogrammetria digitale

Polittico di Paolo Veneziano,  
San Severino Marche





# Digitalizzazione 3D - sistemi a scansione

Domus di Giulio Polibio, Pompei

<https://www.youtube.com/watch?v=MilqLuuDD30&t=180s>





# Digitalizzazione 3D - sistemi integrati

I capolavori di Ancona in 3D

<https://www.youtube.com/watch?v=NZHUoXpwmy8&t=1s>



**Cattedrale di San Ciriaco**  
Colle Guasco



# Digitalizzazione 3D - sistema integrato

Il teatro romano di Hadrianopolis

ALBANIA

<https://www.youtube.com/watch?v=d>

[D6nqStgl3o](https://www.youtube.com/watch?v=dD6nqStgl3o)



# Digitalizzazione 3D - sistema integrato

Arch of Trajan, Ancona  
<https://www.youtube.com/watch?v=LV-u-xh7a2Q&t=1s>

**L'Arco di Traiano nell'epoca della sua riproducibilità**  
*The Arch of Trajan in the epoch of its reproducibility*

# Anastilosi virtuale

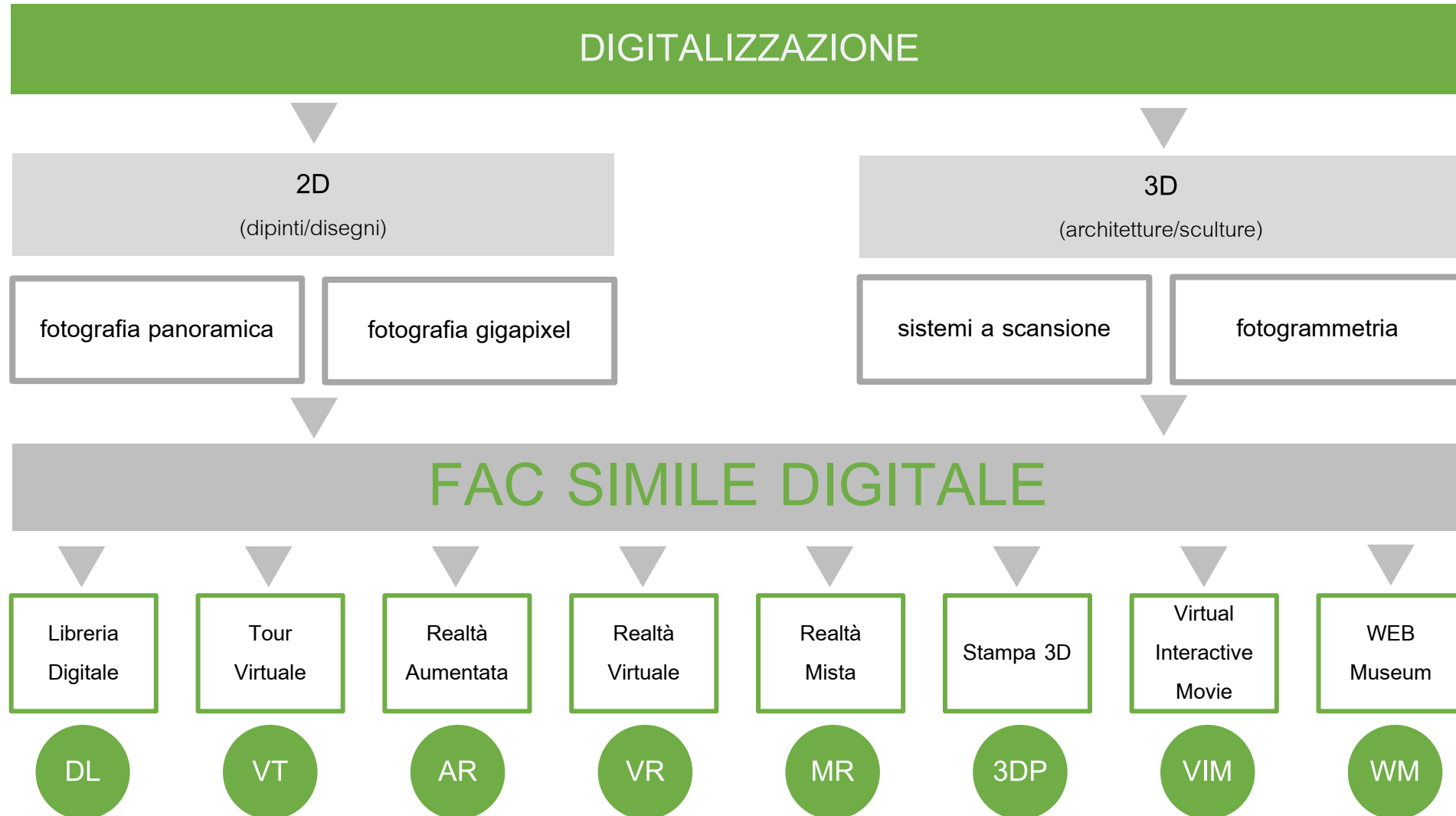
Teatro romano di Helvia  
Ricina - Macerata  
<https://www.youtube.com/watch?v=byHve5Fcp-Y>



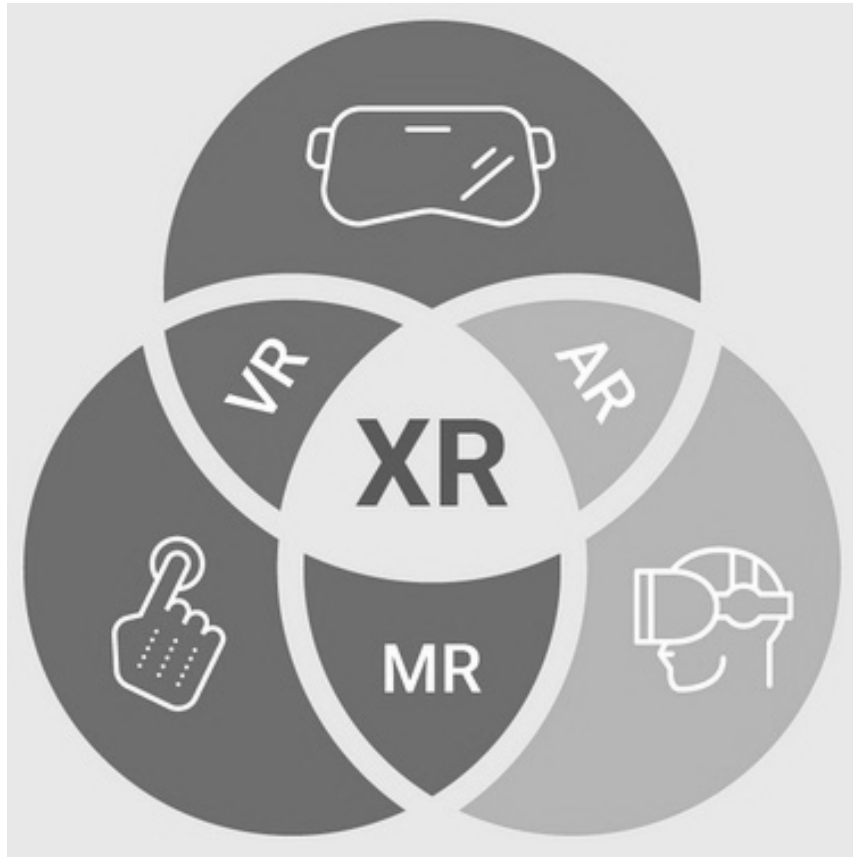




# La dematerializzazione del patrimonio

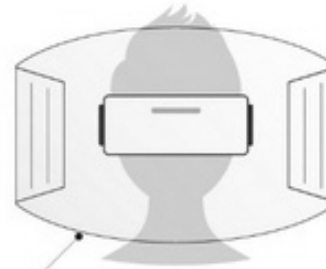
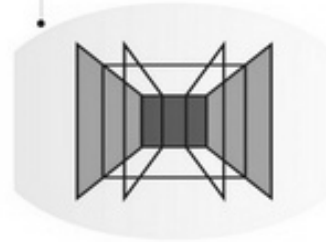


# eXtended Reality



## VIRTUAL REALITY (VR)

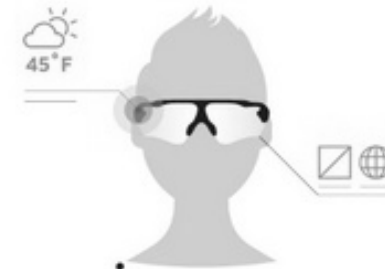
Completely digital environment



Fully enclosed, synthetic experience with no sense of the real world.

## AUGMENTED REALITY (AR)

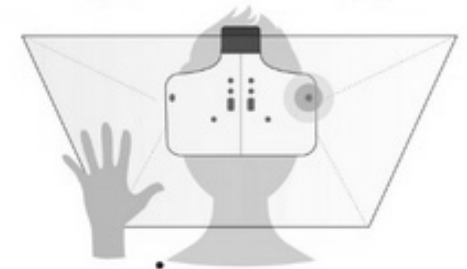
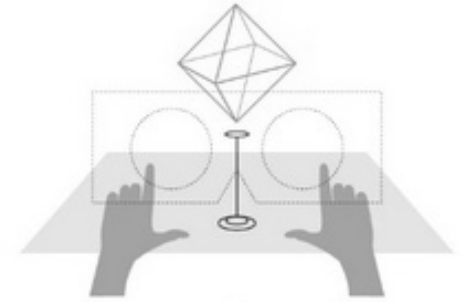
Real world with digital information overlay



Real world remains central to the experience, enhanced by virtual details.

## MERGED REALITY (MR)

Real and the virtual are intertwined



Interaction with and manipulation of both the physical and virtual environment.

# I devices



Cardboard



Gear VR



Hand-Held Devices (HHD)



Head-Mounted-Displays (HMD)



Oculus Rift



HTC vive



Hololens



Google glass



# nuove e vecchie sfide

patrimoni

musei

**FRAGILI**

**SENZA REPERTI**

**IMMATERIALI**

**IMMATERIALI**

**INVISIBILI**

**INVISIBILI**

**DIFFUSI**

**DIFFUSI**

**DIGITALI**

**ONLINE**

# CASI STUDIO

Digital Library – Sketchfab

Palazzo Ferretti

Pinacoteca Civica di Ancona

Pinacoteca Civica di Ascoli

Chiesa di Santa Maria di Portonovo

Distretto Culturale Evoluto - Flaminia Nextone

Torrione-Rocca di Cagli

Grotte Campana di Osimo

Palazzo Ducale di Urbino

Tomba della Regina di Sirolo - Numana

# Digital Library 3D online

Document area  
IS  
per  
Rebe  
nicultural

DiStoRi Heritage

PREMIUM

Ancona, Italy



FOLLOW



60 Followers

12 Following

SUMMARY

79 MODELS

COLLECTIONS

7 LIKES



Sistema Museale Ascoli - Progetto VITA

15 0



MOS - Sala dei Mosaici di Saltara

3 0



RAILtoLAND

6 0



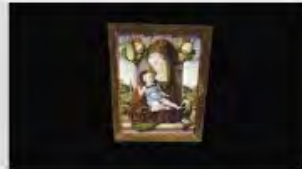
Fanum Fortunae

3 0



Le Macchine di Leonardo da Vinci

3 0



Pinacoteca Civica di Ancona

4 0



Museo Archeologico "G.Allevi" di Offida

4 0



Mostra Archeologica di Porto Recanati

2 0

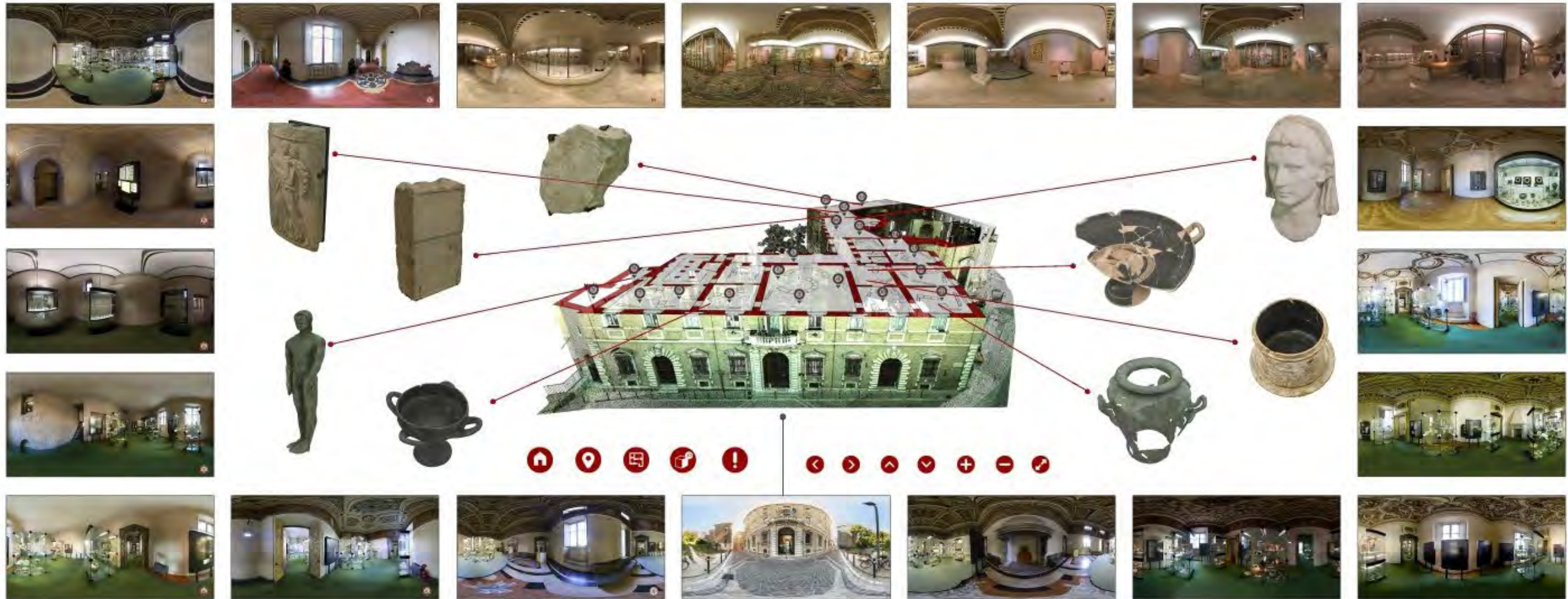


# Palazzo Ferretti

## Museo archeologico delle Marche



IL CONTENITORE E IL CONTENUTO



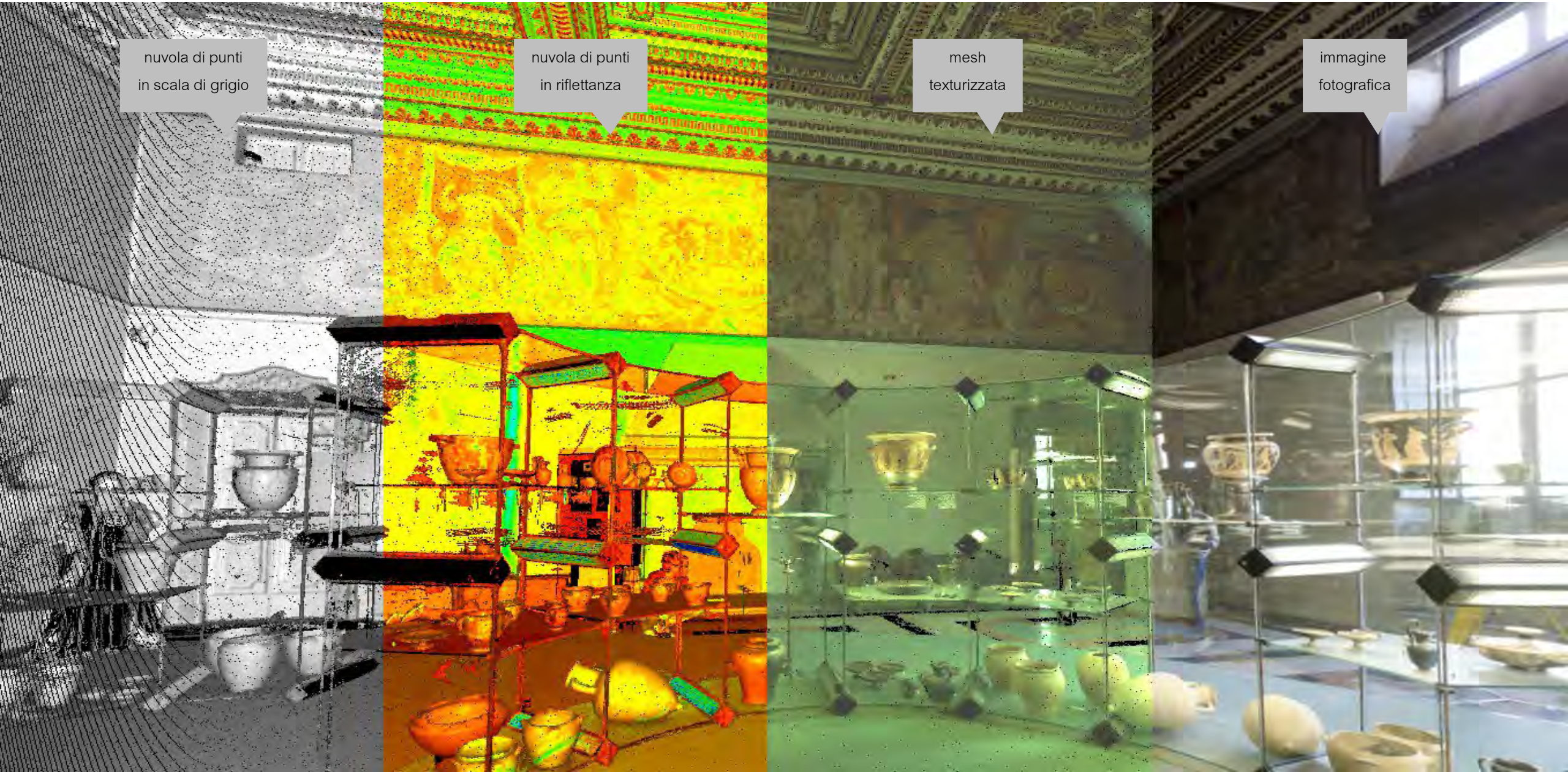


nuvola di punti  
in scala di grigio

nuvola di punti  
in riflettanza

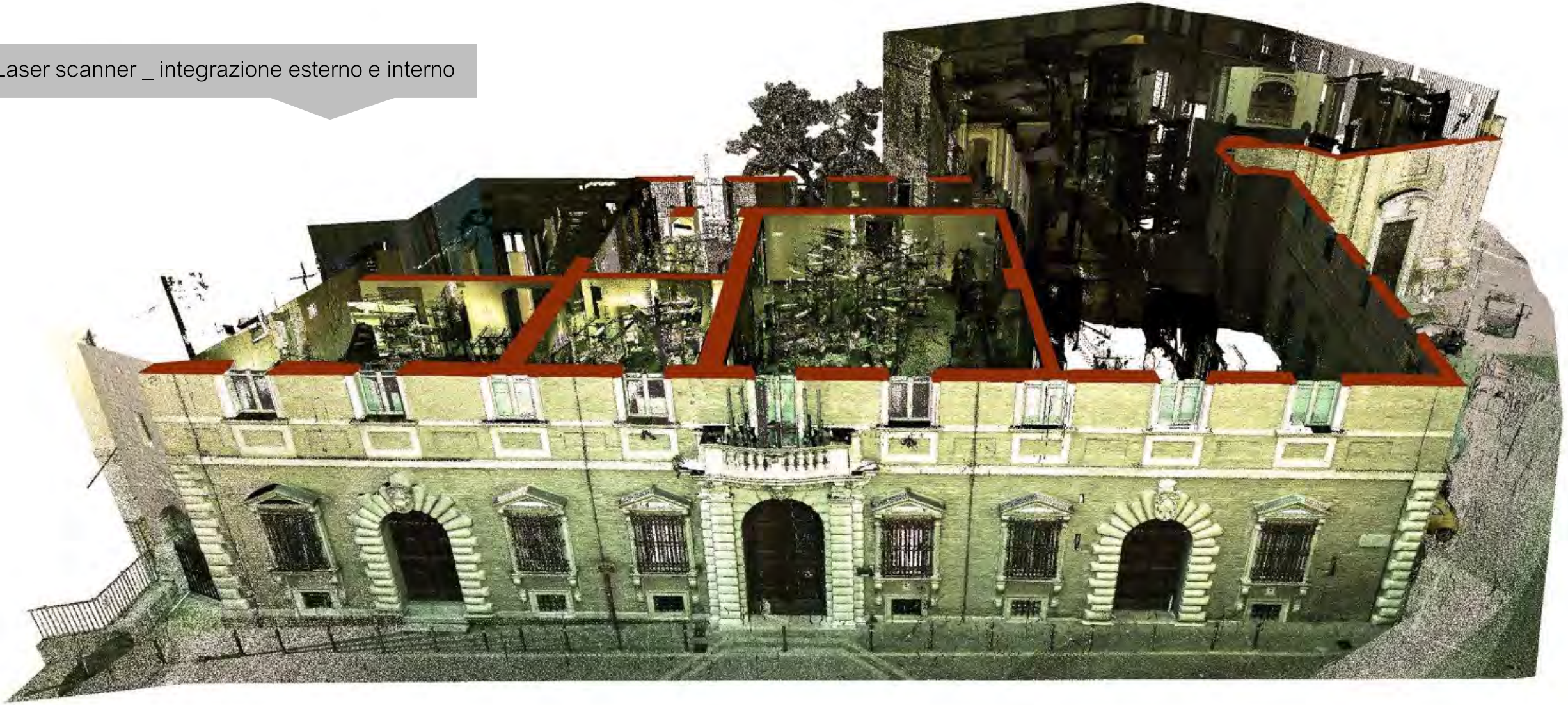
mesh  
texturizzata

immagine  
fotografica



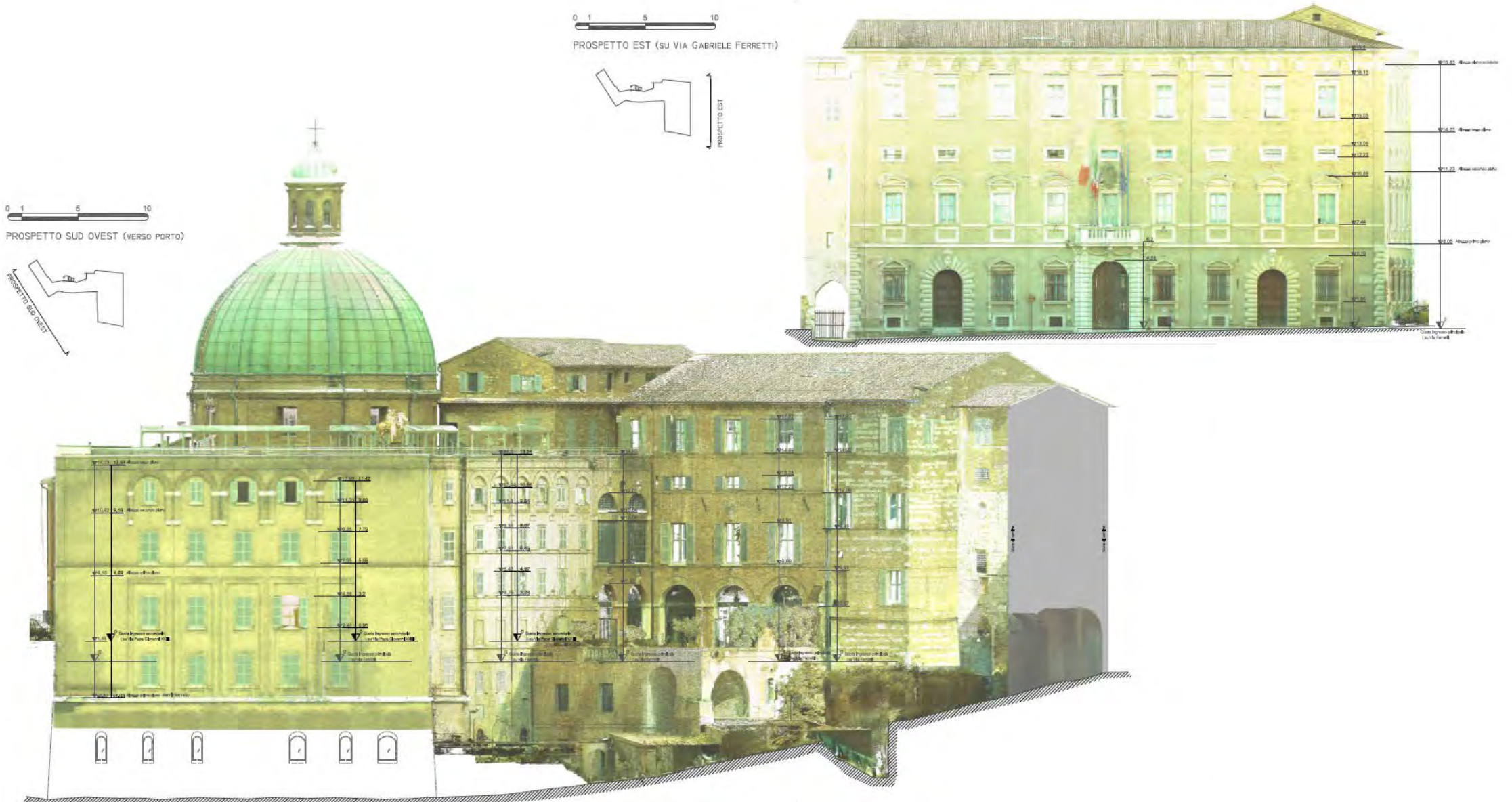


Laser scanner \_ integrazione esterno e interno

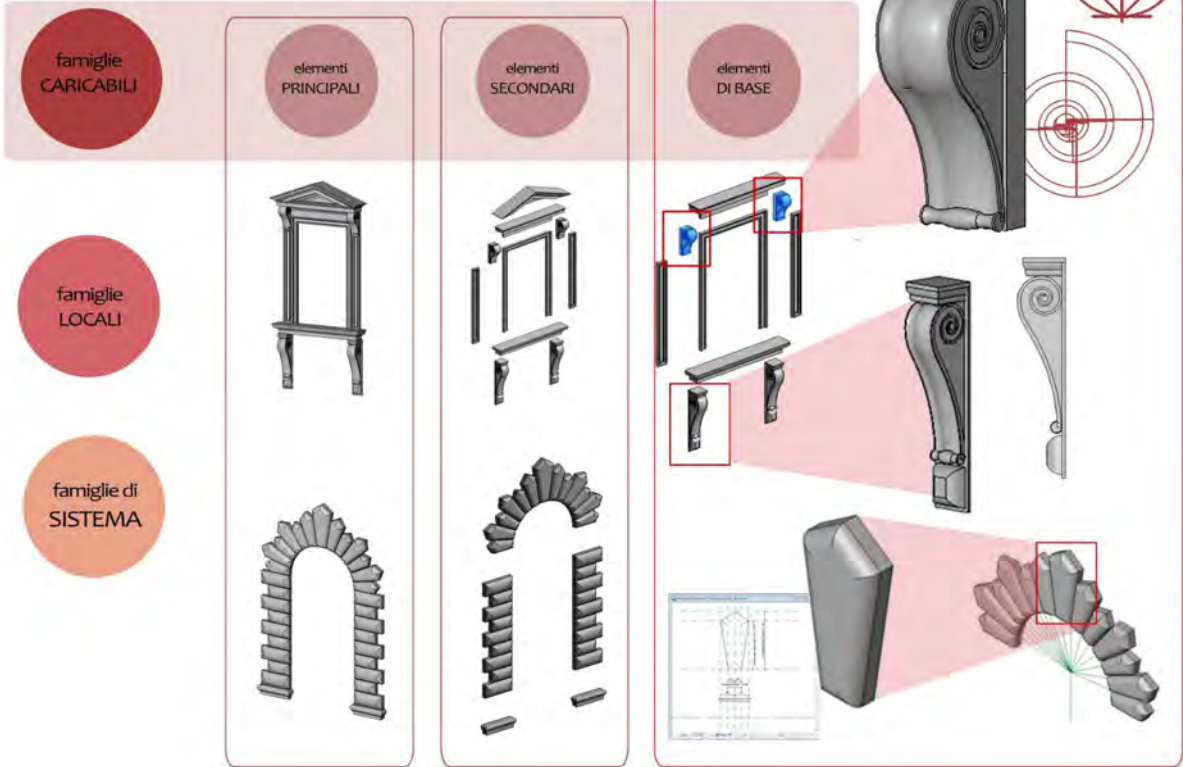




RESTITUZIONI BIDIMENSIONALI \_ prospetti

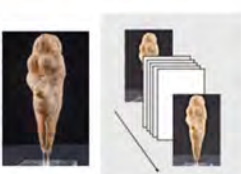
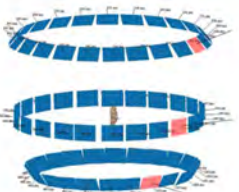


MODELLO 3D \_ HBIM





SFM\_ i modelli 3D dei reperti



SFM\_ la VENERE di FRASASSI

**Virtual Venere**

- CHI E' / who is
- DOVE' / where is
- LE ALTRE VENERI / other venus
- LA VENERE NASCOSTA / the venus hidden
- MODELLO 3D / 3D model
- DOCUMENTAZIONE DIGITALE / digital documentation
- FOTO HD / HD pictures
- CREDITS

...protende in avanti gli avambracci, con le estremità giunte quasi in segno di preghiera o di offerta

...she leans forward forearms, with joined arms as a prayer or offer position

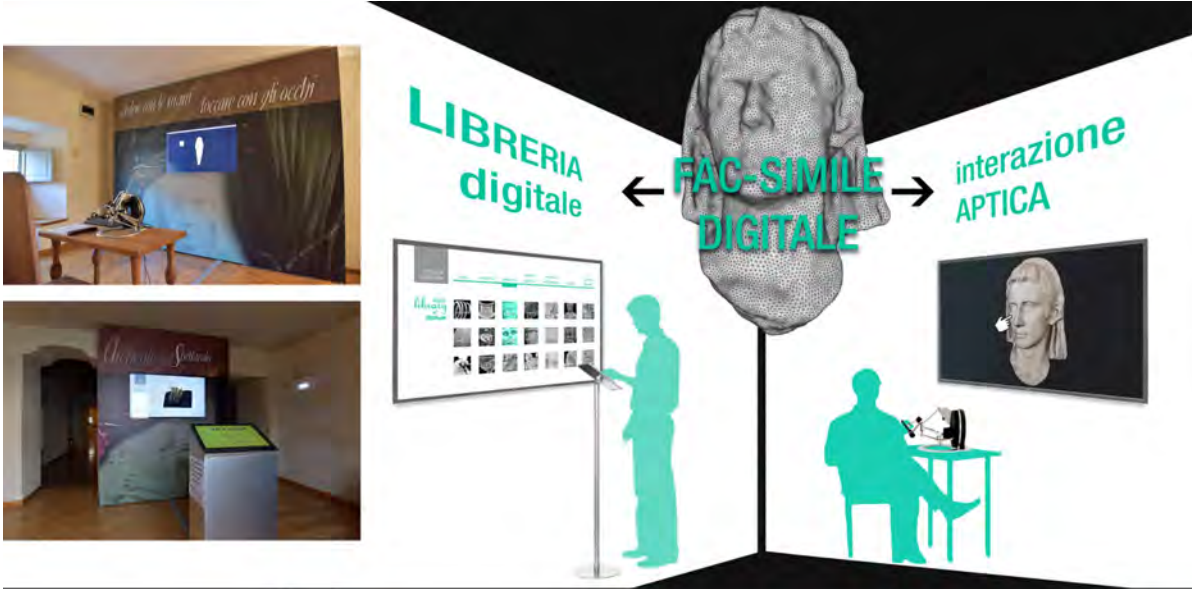


Soffitto affrescato del Salone delle Feste,  
Museo Archeologico Nazionale delle  
Marche  
ANCONA

[https://www.youtube.com/watch?v=A0\\_RN8RoUuM&t=5s](https://www.youtube.com/watch?v=A0_RN8RoUuM&t=5s)



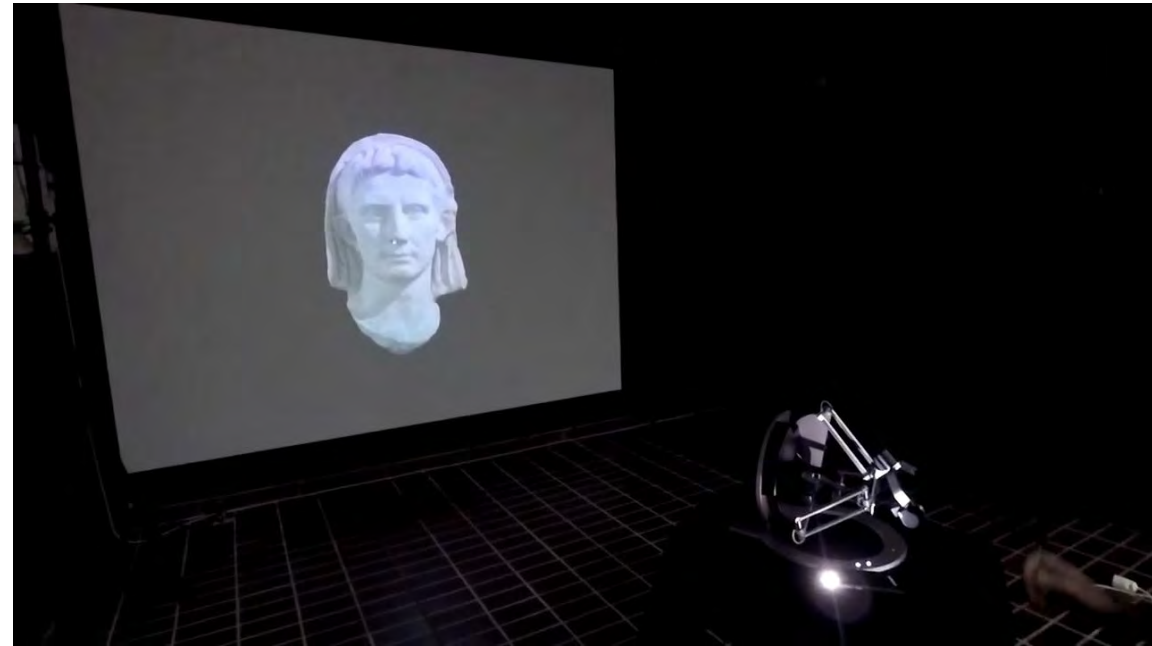




<https://www.youtube.com/watch?v=XyXc-J4n9Aw>



[https://www.youtube.com/watch?v=Xu5axsB\\_Mbo](https://www.youtube.com/watch?v=Xu5axsB_Mbo)





Piattaforma web, Marcheology,  
piattaforma per il turismo  
archeologico della regione Marche

[www.marcheology.it](http://www.marcheology.it)

VT

Ti chiediamo solo un minuto [aiutaci a migliorare >](#)



# MARCHEOLOGY

il turismo archeologico  
nelle Marche

it ▾ [SCARICA L'APP >](#)

- HOME
- I LUOGHI
- LE VALLATE
- DOVE MANGIARE
- DOVE DORMIRE
- EVENTI
- IL PROGETTO
- CONTATTACI



## SCOPRI LE MARCHE ARCHEOLOGICHE

viaggia, assaggia, vivi, cerca!

# Pinacoteca Civica di Ancona





Virtual Tour della Pinacoteca di  
Ancona

[https://distori.org/VIRTUAL\\_TOUR/pinacoteca-civica-podesti/tour.html](https://distori.org/VIRTUAL_TOUR/pinacoteca-civica-podesti/tour.html)



**Pinacoteca Civica**  
F.Podesti e Galleria d'arte moderna  
Ancona, Italia

seleziona la lingua per iniziare  
select language to start





# Pinacoteca Civica di Ascoli Piceno



WebMuseum della Pinacoteca  
di Ascoli Piceno

<https://dhekalos.it/tour/iva/pinacoteca/index.html>



**MUSEI CIVICI**  
**ASCOLI PICENO**

**Pinacoteca Civica**  
Ascoli Piceno, Italy



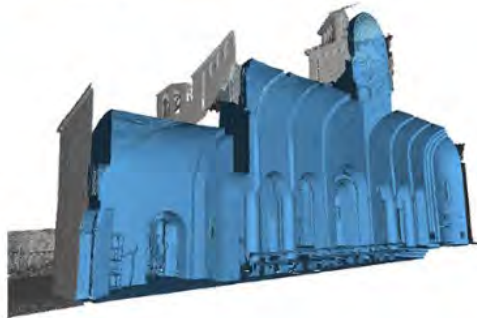
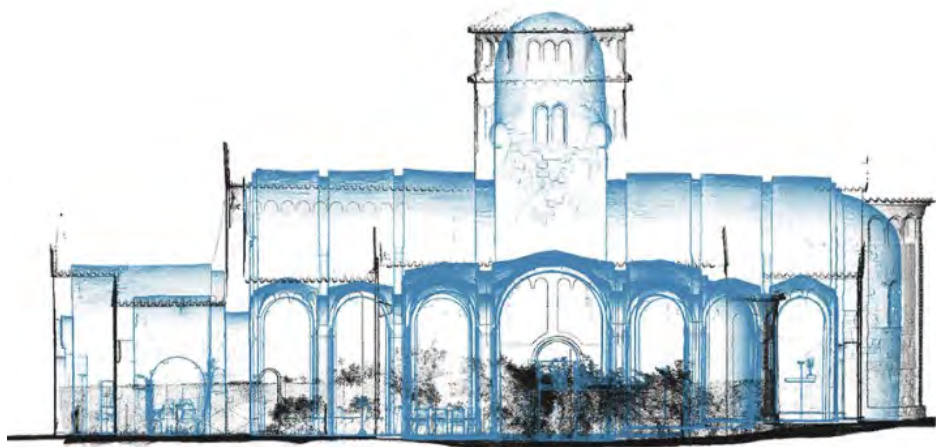
[seleziona la lingua per iniziare](#)  
[select the language to start](#)

# Chiesa di Santa Maria di Portonovo



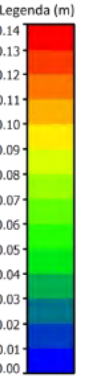
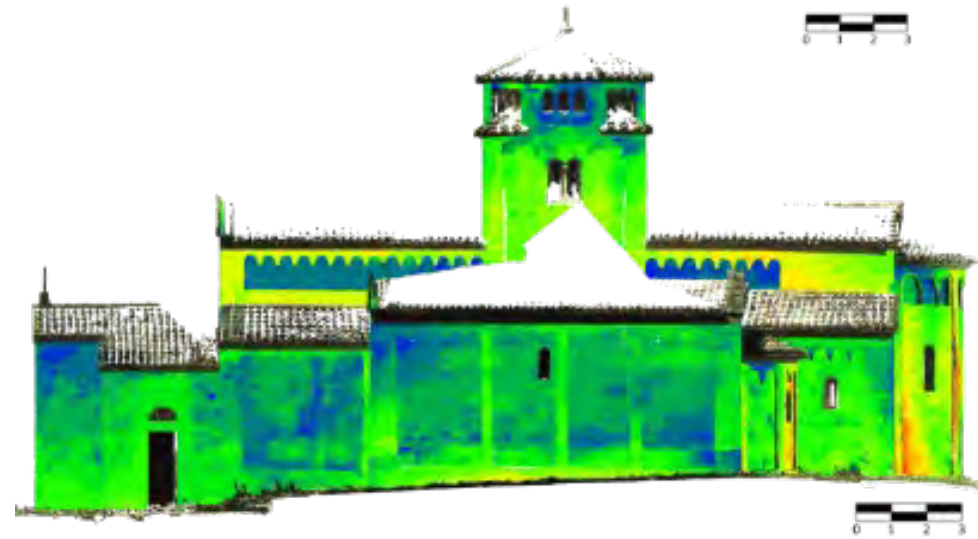
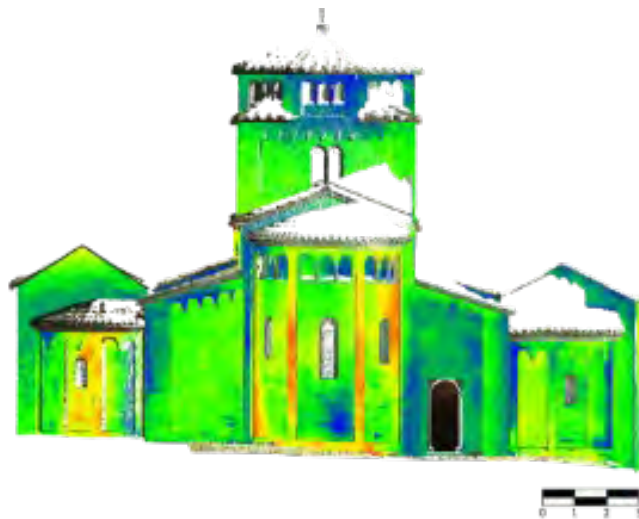
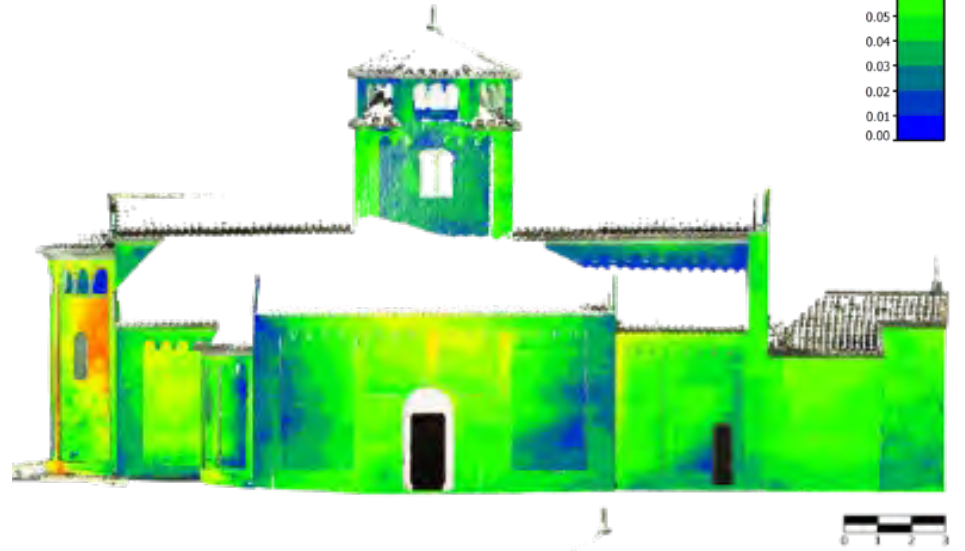
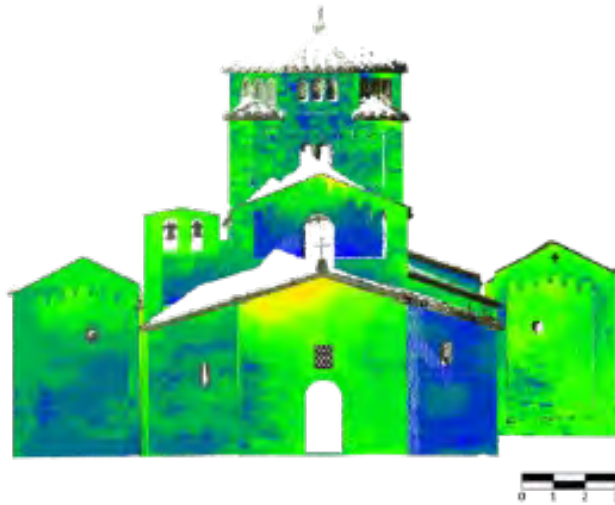
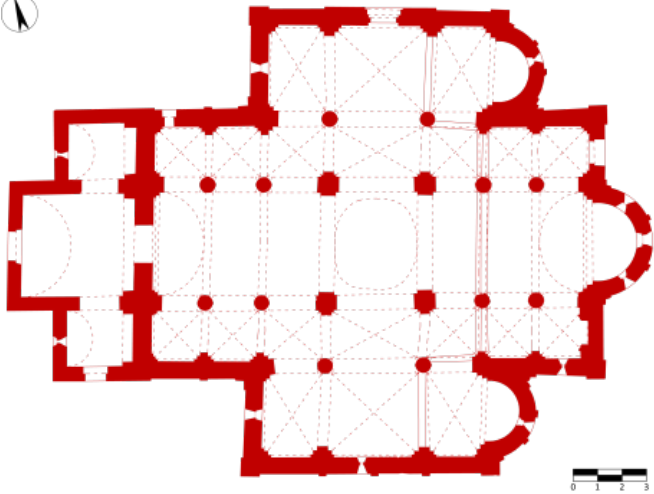


Chiesa di Santa Maria di Portonovo,  
Ancona



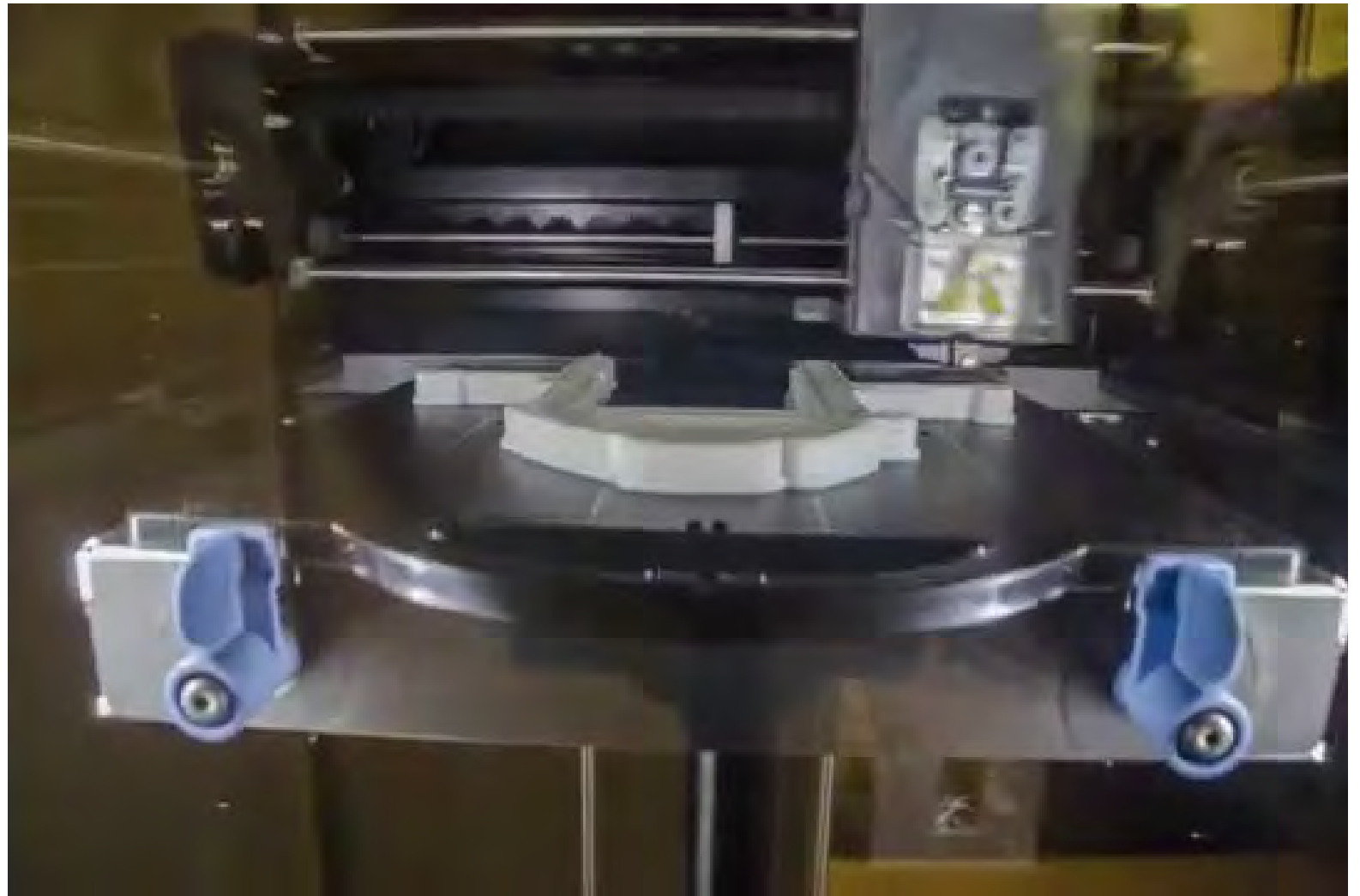


Chiesa di Santa Maria di Portonovo,  
Ancona



Chiesa di Santa Maria di Portonovo,  
Ancona

<https://www.youtube.com/watch?v=yIK493osenI>





# Distretto Culturale Evoluto -

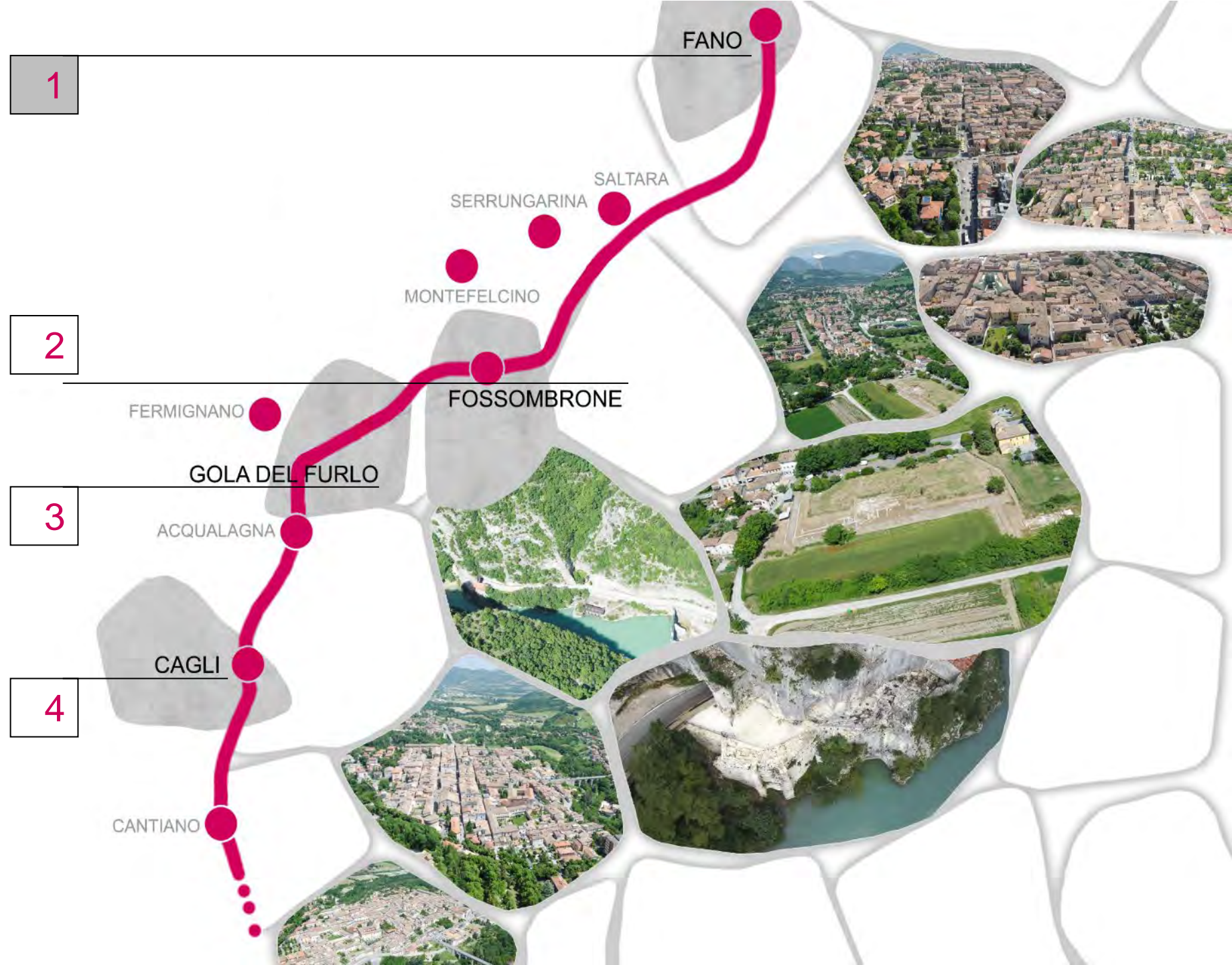
## Museo della Flaminia a Fano e Area archeologica di Fossombrone





4 LUOGHI PILOT

cardboard  
touchscreen  
multiprojection  
museum analysis  
beacon  
virtual reality  
augmented reality  
smart tourism  
virtual tour  
monitoring  
interactive systems  
website  
app





Museo della Via Flaminia, Fano

3 Videoproiezioni



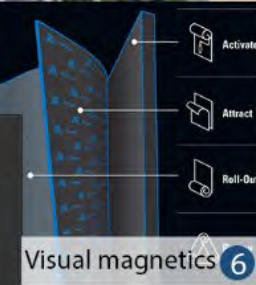
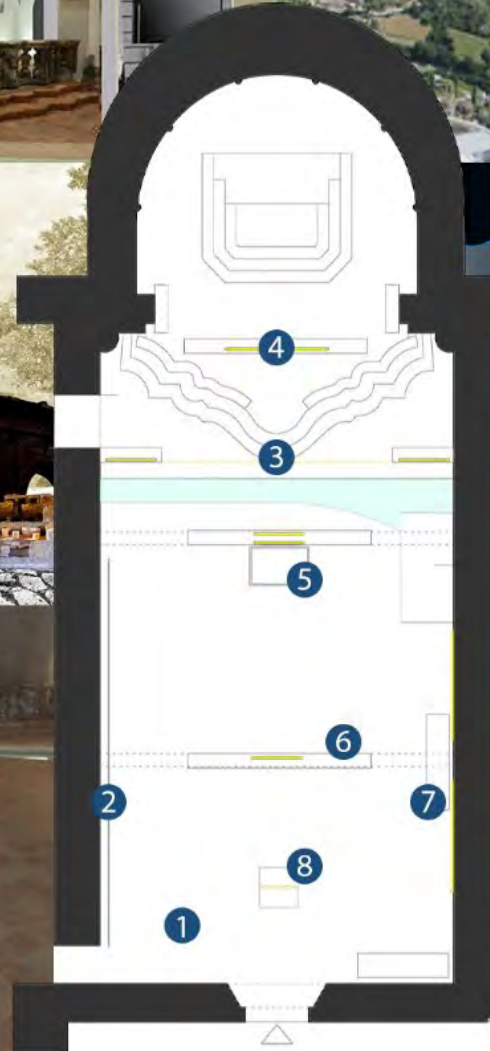
4 Volò di documentazione



2 Pannello in tessuto



1 Tappeto grafico



Totem di benvenuto 8

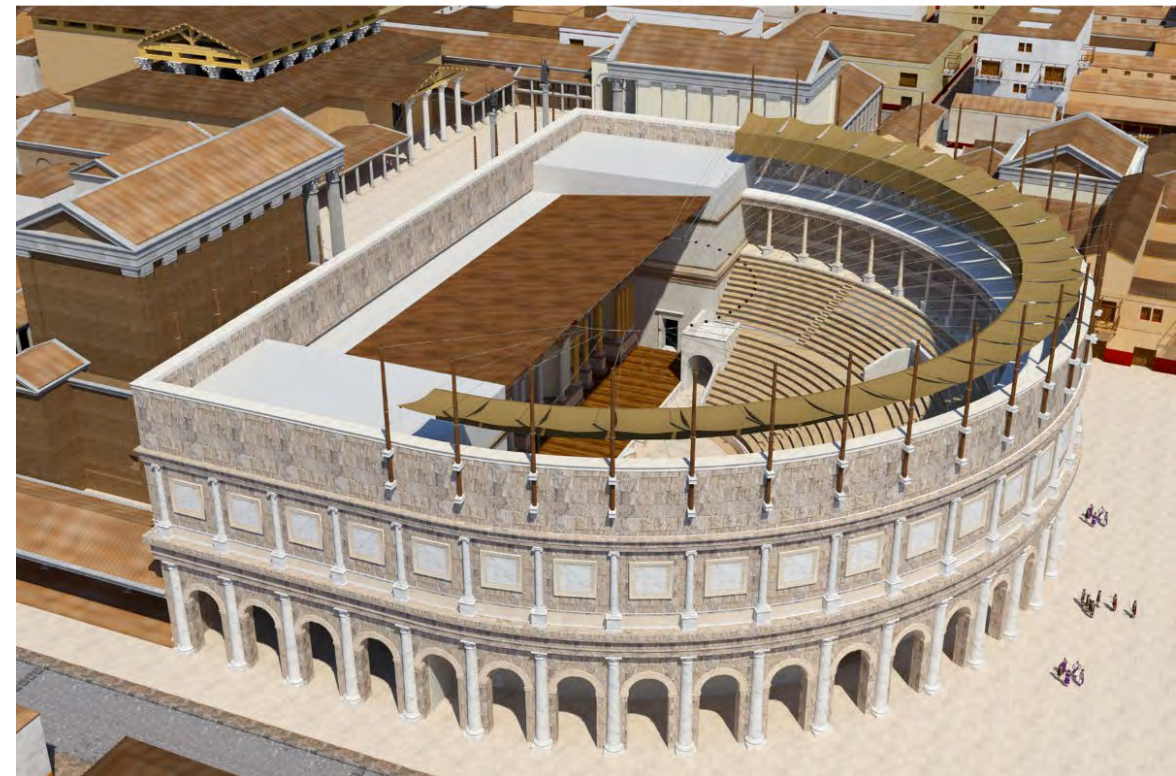
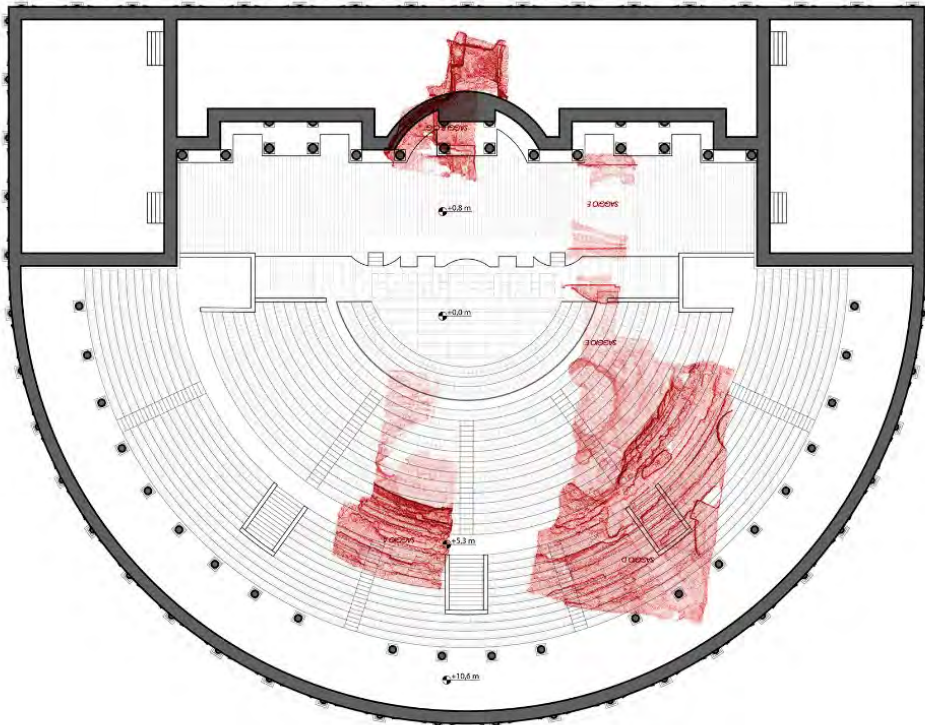
Desk AR - VR 7



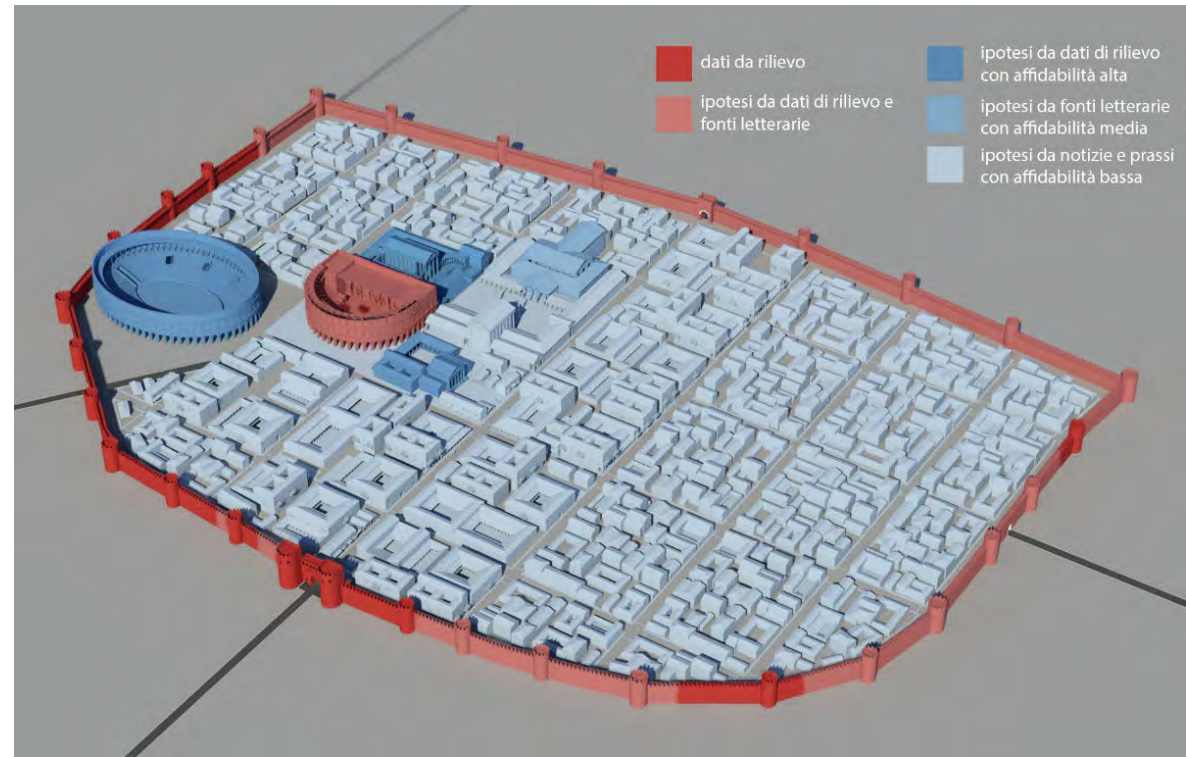
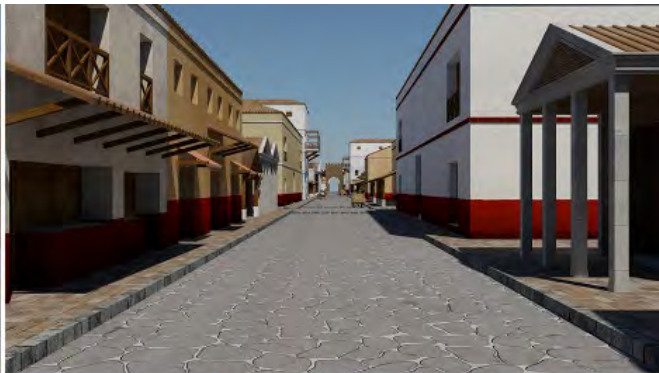
modello 3D e ricostruzione

dalla scala architettonica a  
quella urbana

dal rilievo alla ricostruzione









Ricostruzione della città di Fano in  
epoca romana



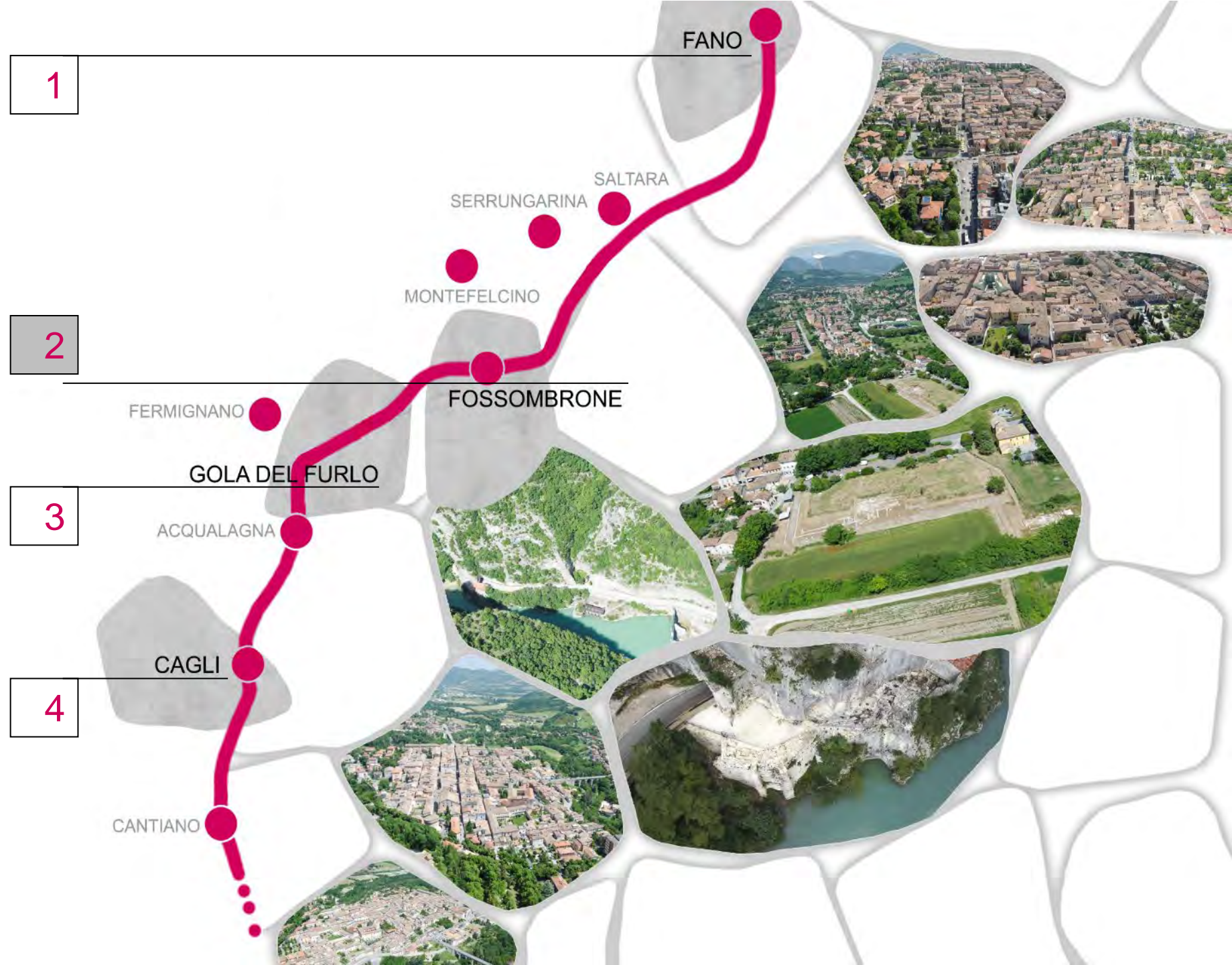
<https://www.youtube.com/watch?v=WQupTw3Kwd4>

# MUSEO DELLA VIA FLAMINIA



4 LUOGHI PILOT

cardboard  
touchscreen  
multiprojection  
museum analysis  
beacon  
virtual reality  
augmented reality  
smart tourism  
virtual tour  
monitoring  
interactive systems  
website  
app



AR in scala 1:1

Parco Archeologico di Fossombrone

[https://www.youtube.com/watch?v=u\\_g7G38\\_0iWo&t=5s](https://www.youtube.com/watch?v=u_g7G38_0iWo&t=5s)





AR in scala 1:1  
Parco Archeologico di  
Fossombrone

[https://www.youtube.com/watch?v=ug7G38\\_0iWo&t=5s](https://www.youtube.com/watch?v=ug7G38_0iWo&t=5s)



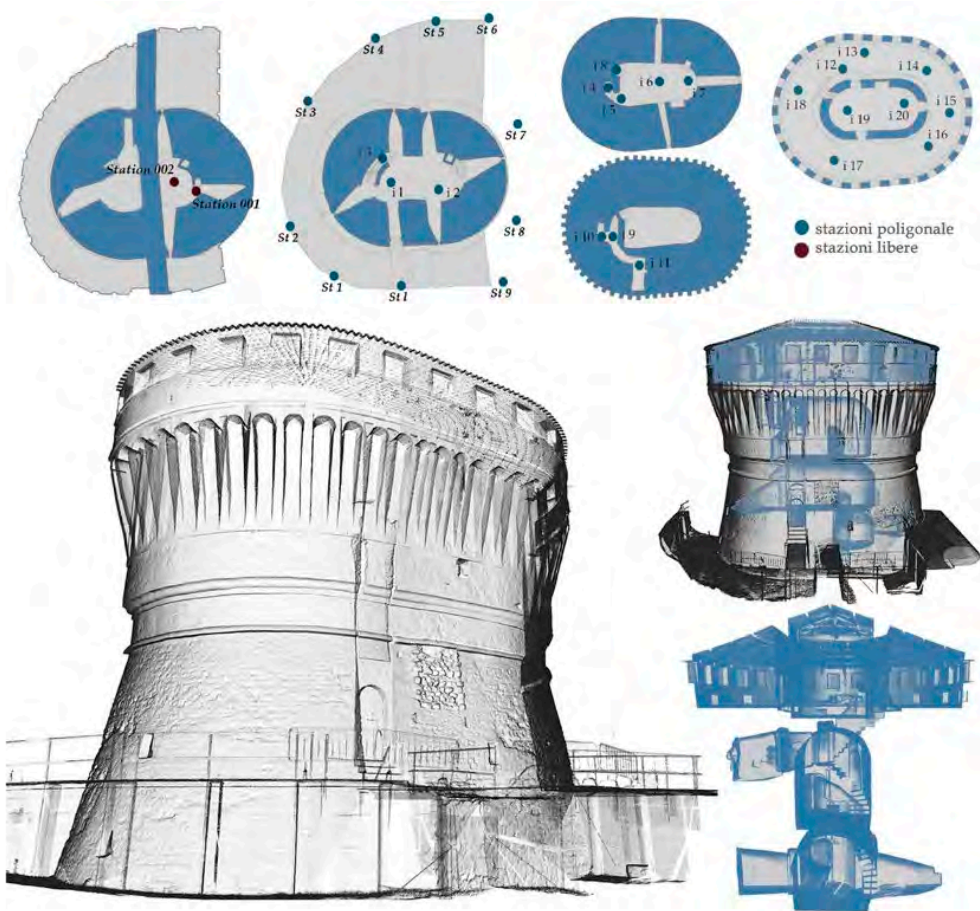
# Complesso Torrione – Rocca di Francesco di Giorgio Martini di Cagli





# Digitalizzazione 3D ricostruzione

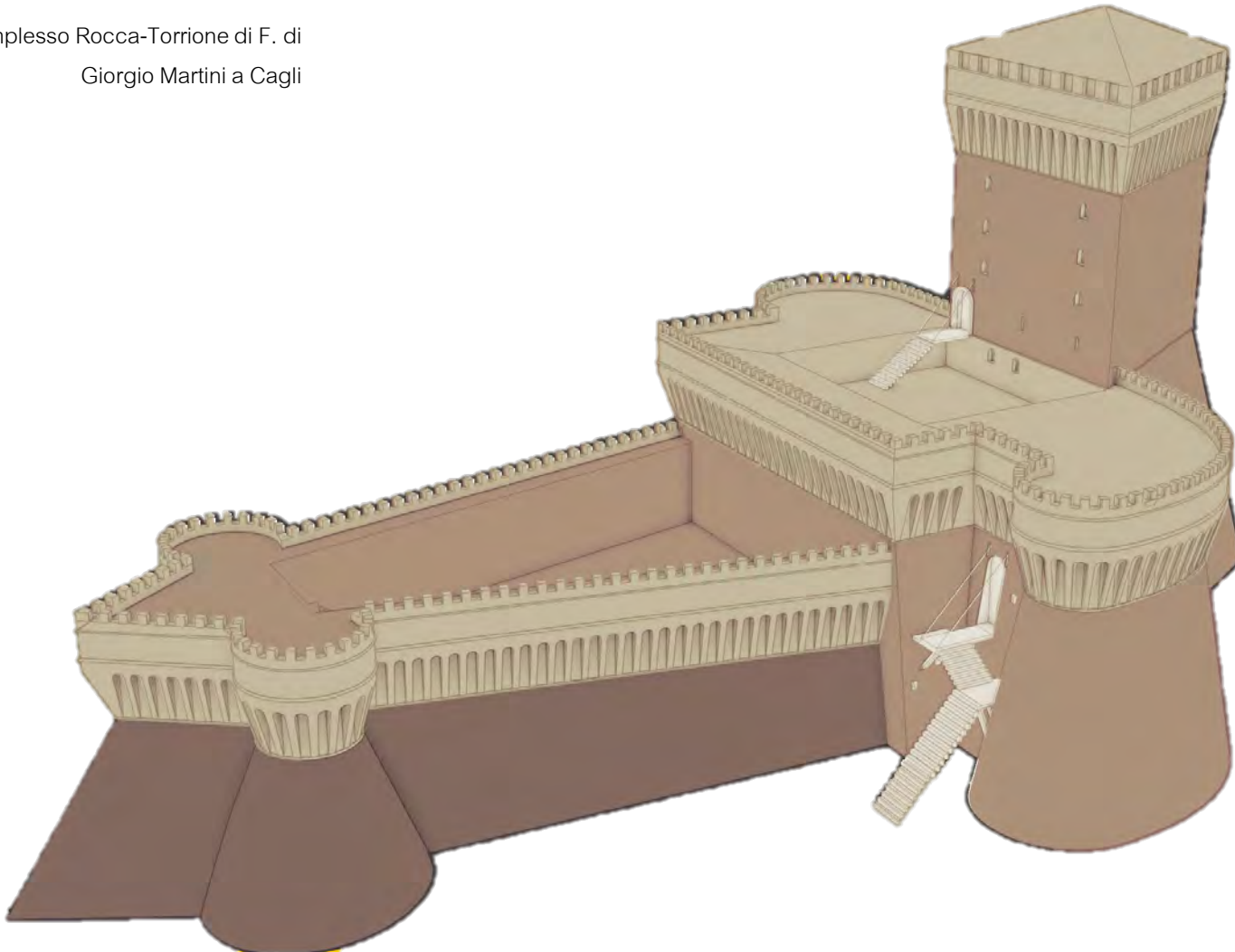
Il complesso Rocca-Torrione di F. di  
Giorgio Martini a Cagliari



# Digitalizzazione 3D ricostruzione

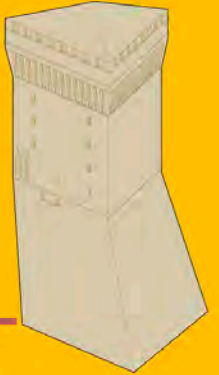
## Rocca

Il complesso Rocca-Torrione di F. di  
Giorgio Martini a Cagliari

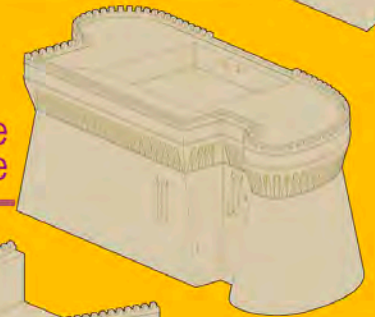


### Mastio

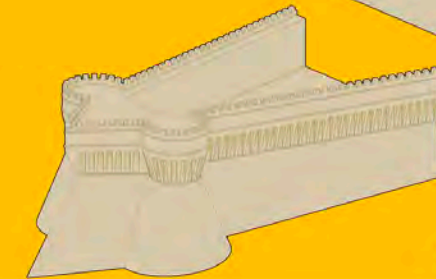
cisterna  
un mulino a mano  
forno  
magazzino  
prigione  
cinque camere riservate al castellano  
stoccaggio di polvere da sparo



### Corte rettangolare



### Corte triangolare



- Resti in sito
- Descrizioni storiche e trattatistica
- Confronti con architetture Martiniane
- Interpretazioni storiche successive



Il complesso Rocca-Torrione di F. di  
Giorgio Martini a Cagli

a: Stampa del Torrione di Cagli

Scala: 1:350

Filamento: PLA

Stampante: Lab65 H

Risoluzione ugello: 0,4mm

Tempo di stampa: 64 ore circa

b: Stampa della Rocca di Cagli

Scala: 1:500

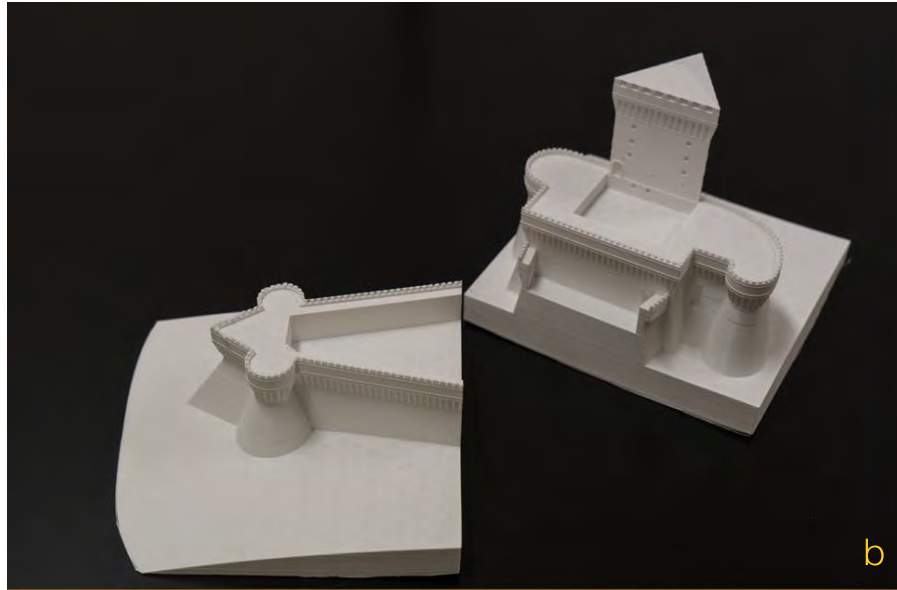
Filamento: PLA

Stampante: Wasp2040 Turbo 2

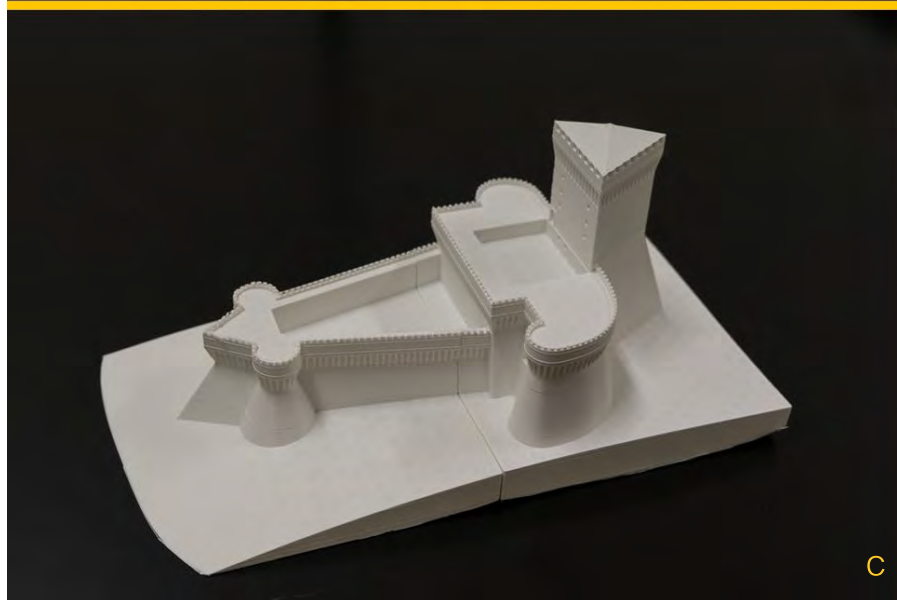
Risoluzione ugello: 0,4mm

Tempo di stampa: 20 ore circa

C: modello stampa della Rocca di Cagli complete.



b



c



a

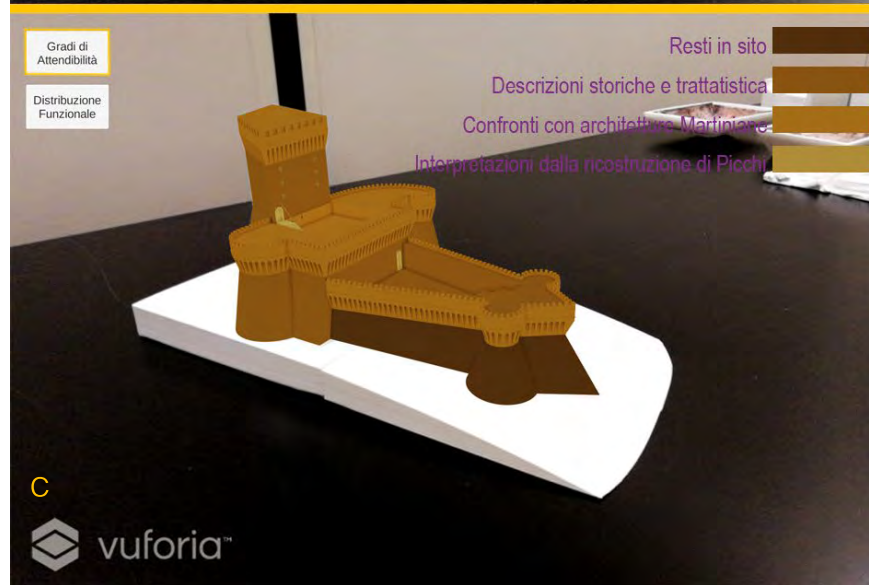
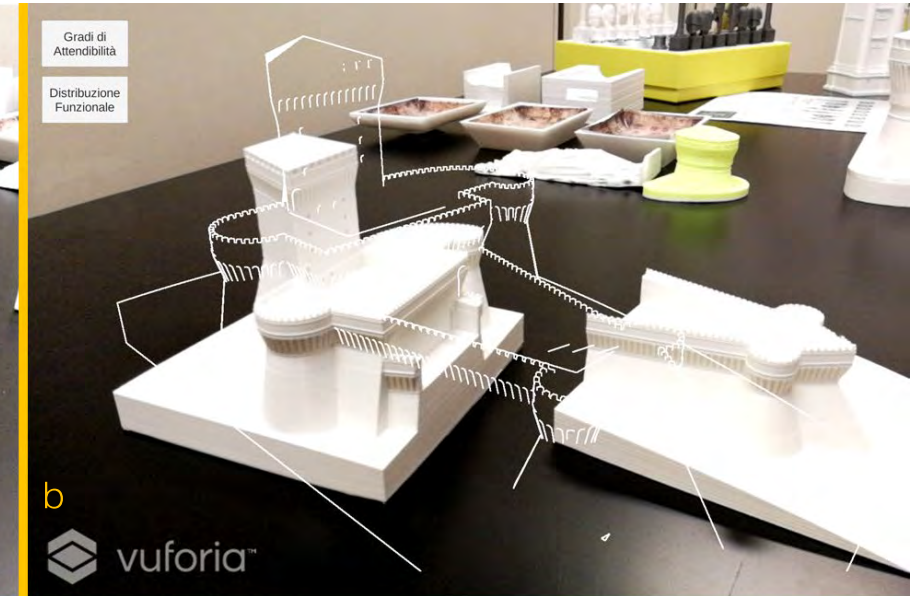
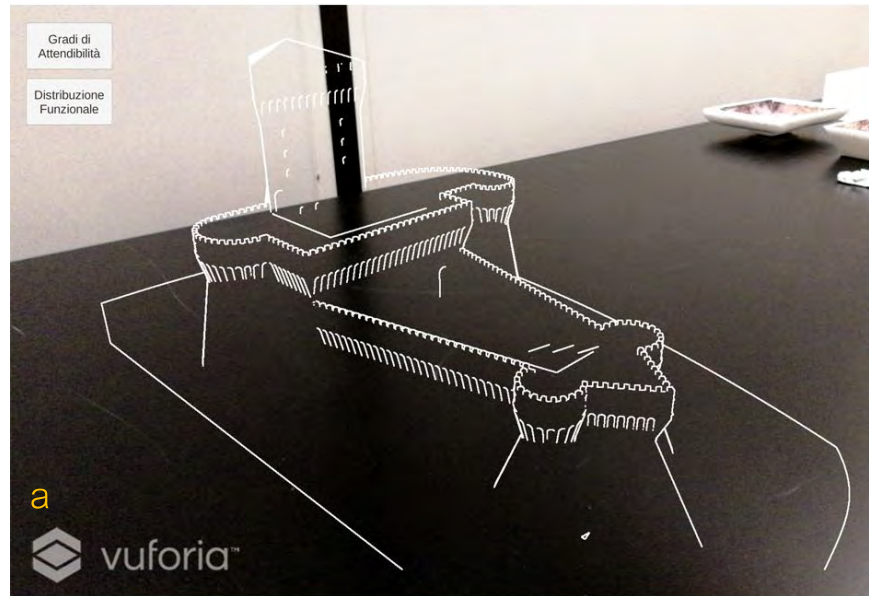
Il complesso Rocca-Torione di F. di  
Giorgio Martini a Cagli

a: Sistema di guida al riconoscimento  
delle features 3d

b: Sovrapposizione del modello 3d  
stampato e della guida di  
riconoscimento.

c: Riconoscimento delle features e  
sovrapposizione del modello virtuale  
su quello fisico mappato secondo la gradi  
d'attendibilità

d: Riconoscimento delle features e  
sovrapposizione del modello virtuale  
su quello fisico mappato secondo divisione  
funzionale





# Grotte campana di Osimo







## L'ELABORAZIONE DATI

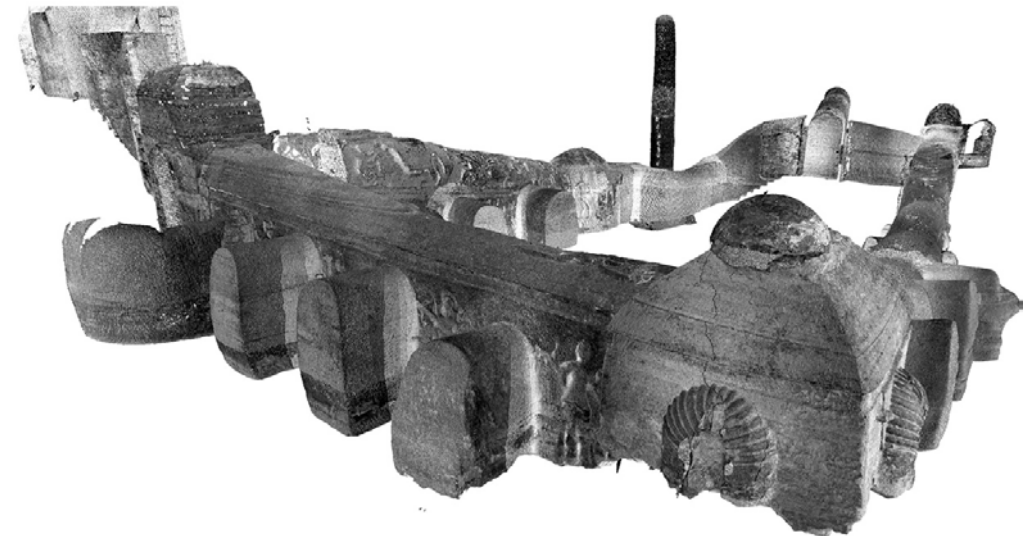
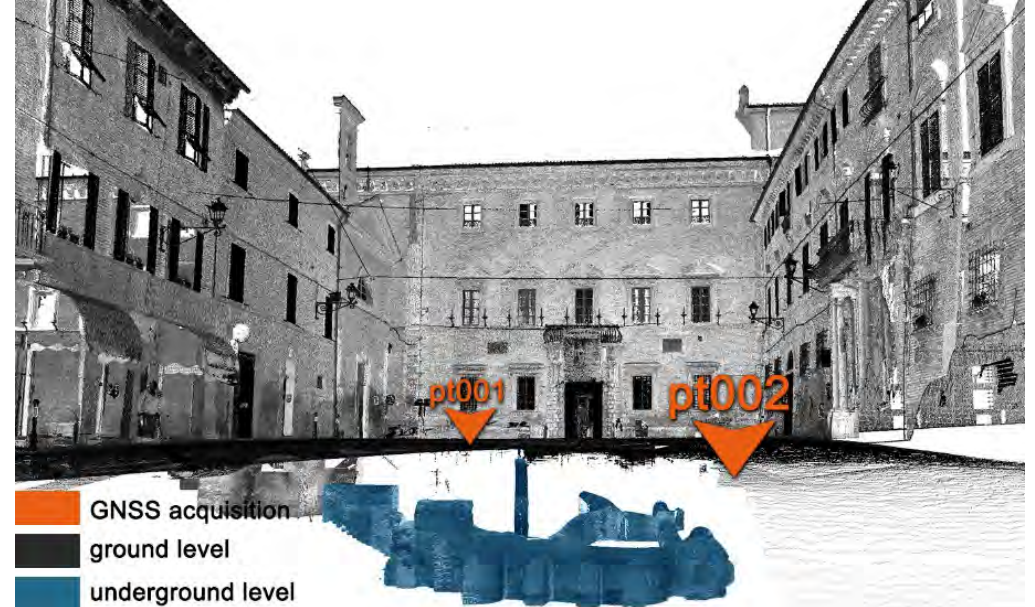
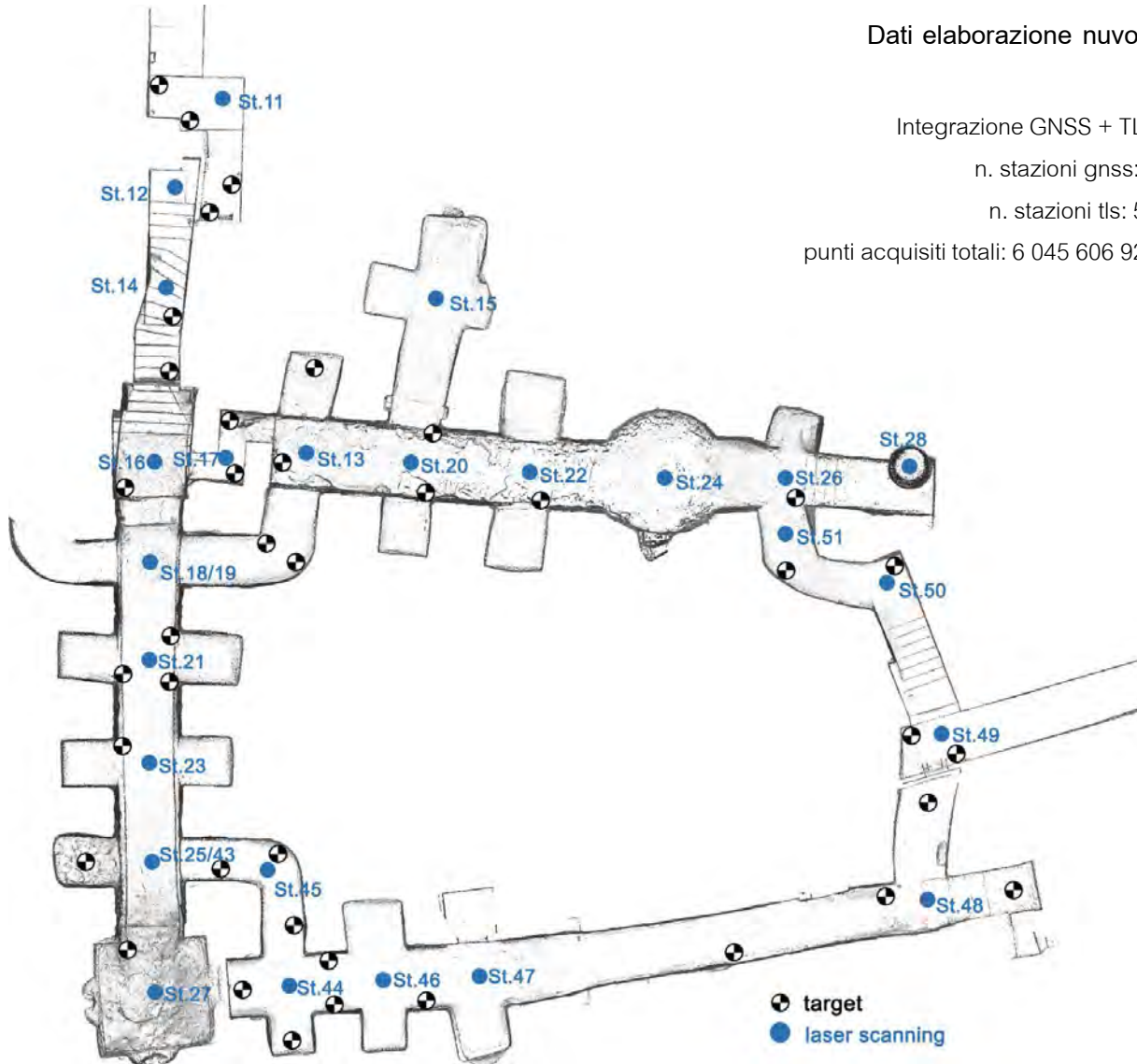
Dati elaborazione nuvola

Integrazione GNSS + TLS

n. stazioni gnss: 2

n. stazioni tls: 51

punti acquisiti totali: 6 045 606 923



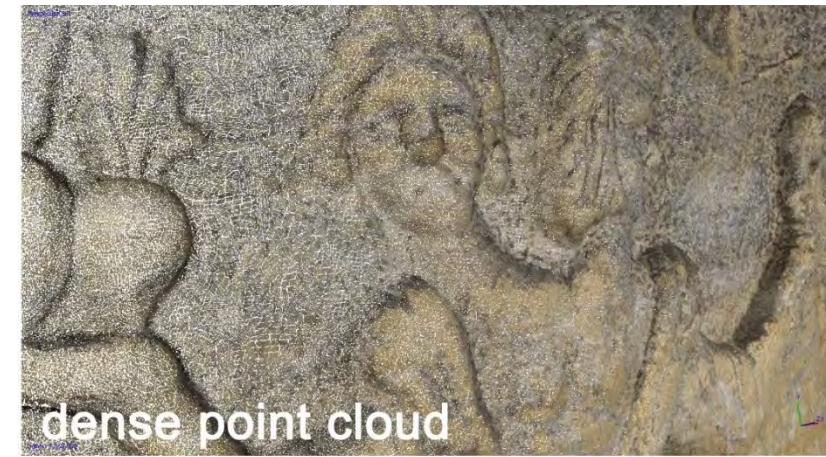
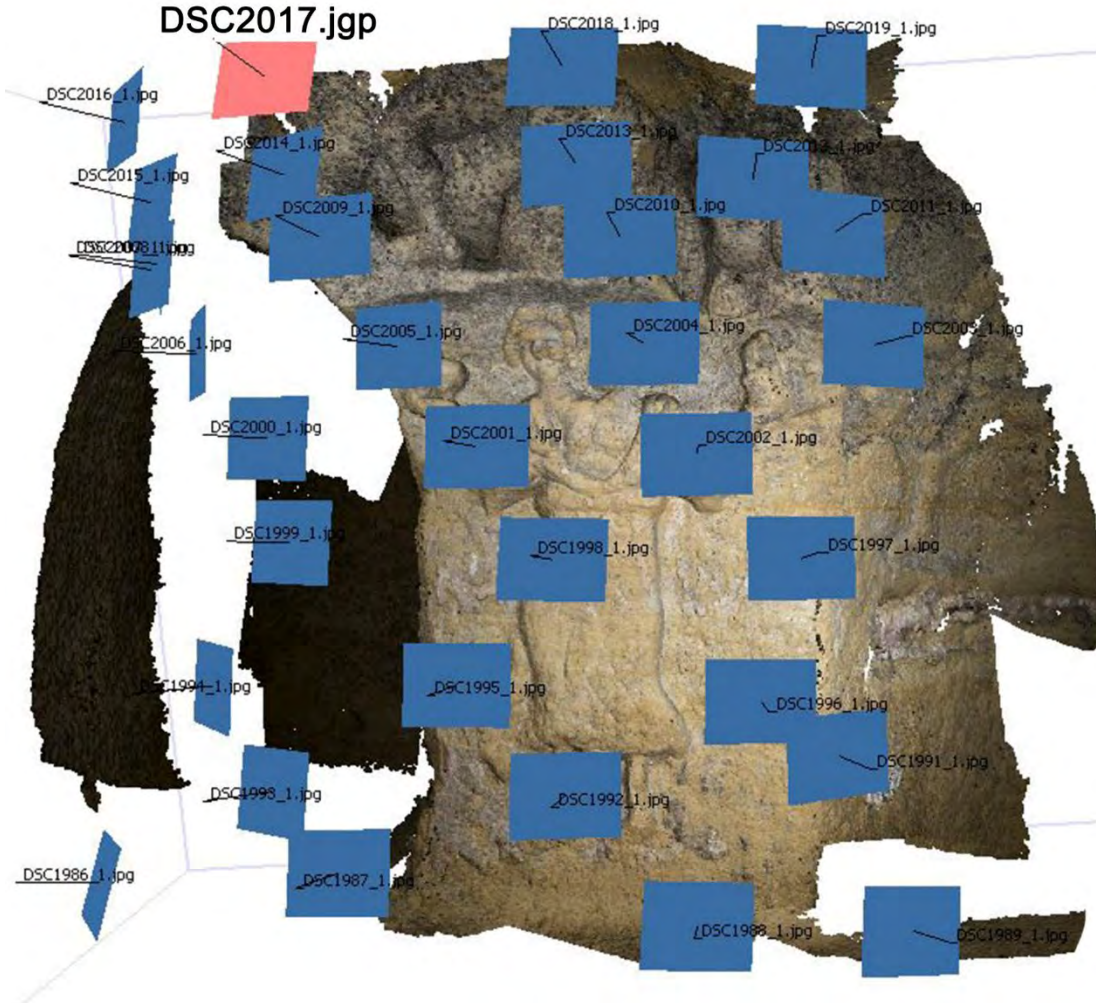


### Dati elaborazione fotografiche

n. stazioni panoramiche: 51

n. scatti structure from motion: 60 per  
un totale di 10 milioni di punti per ogni  
dettaglio

mesh texturizzata: oltre 500 mila facce



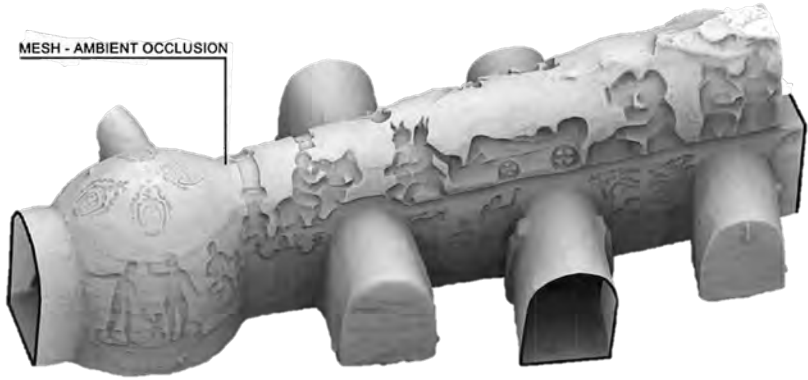


POINT CLOUD



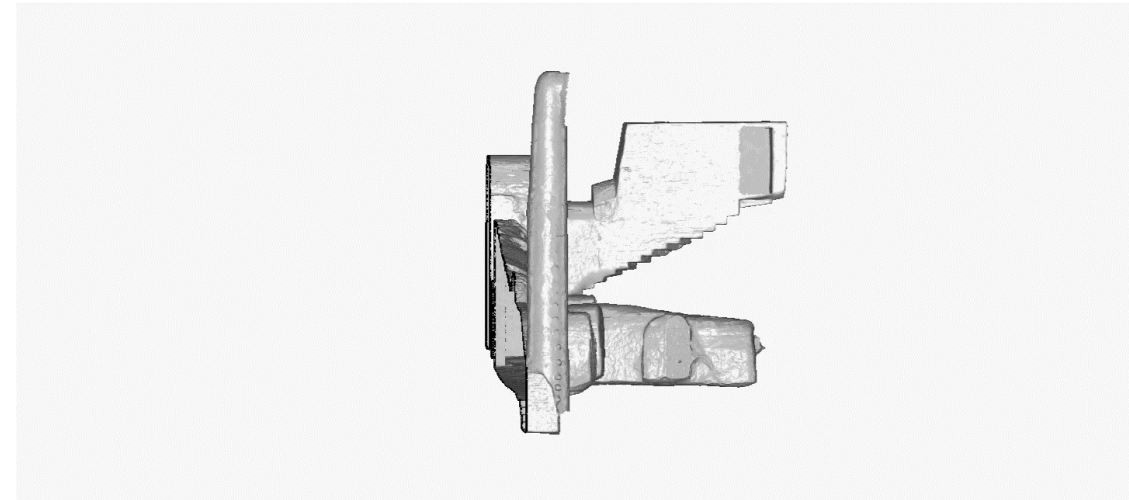
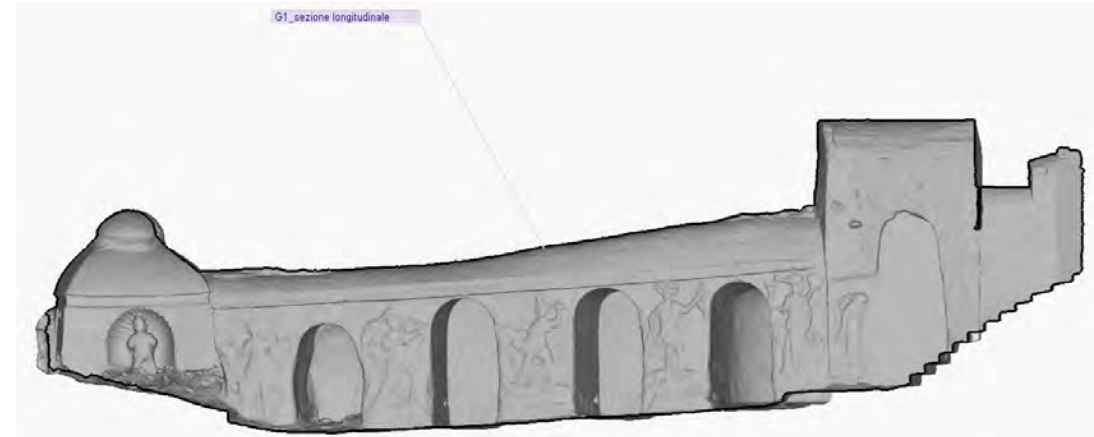
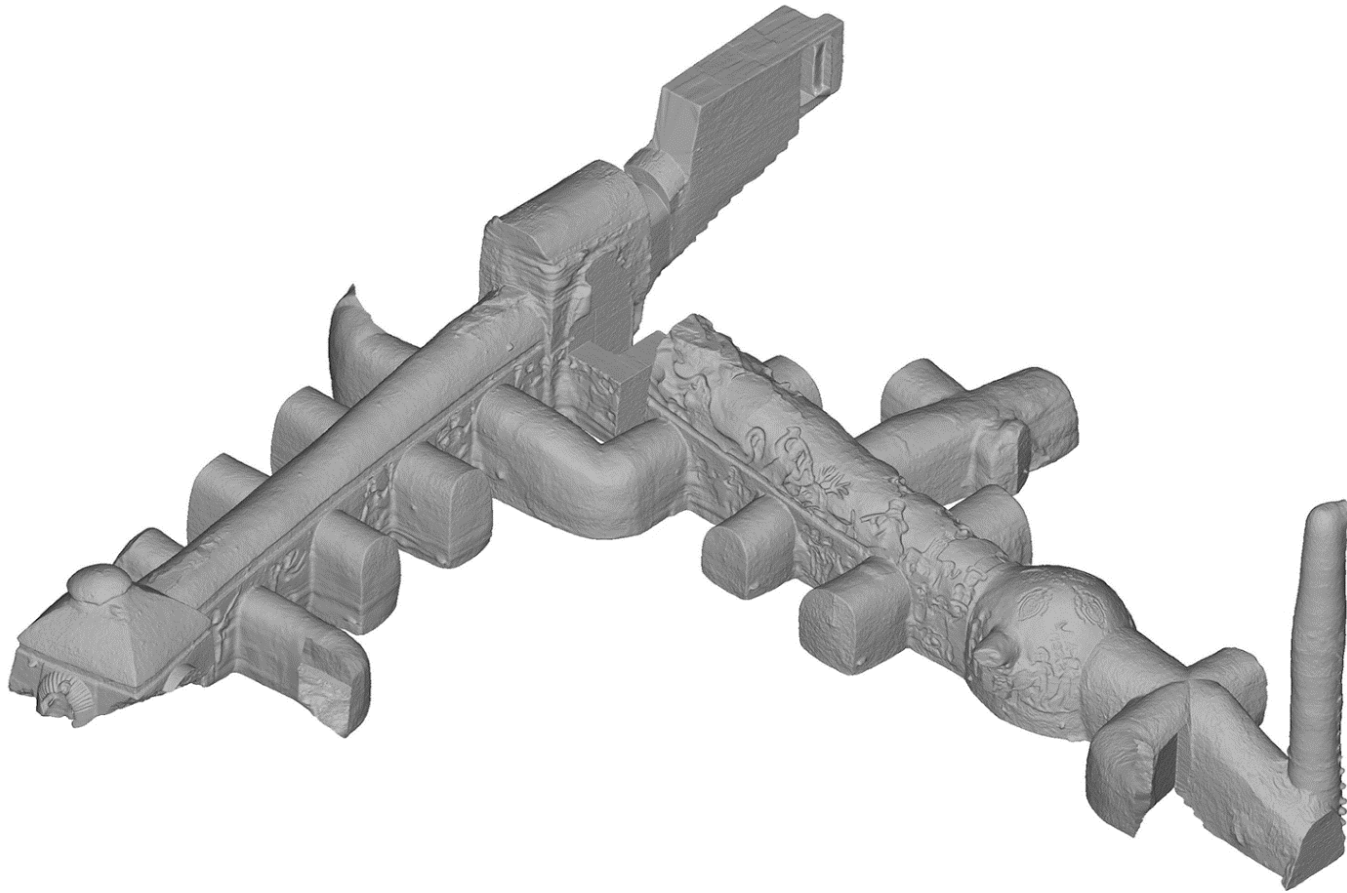


MESH - AMBIENT OCCLUSION

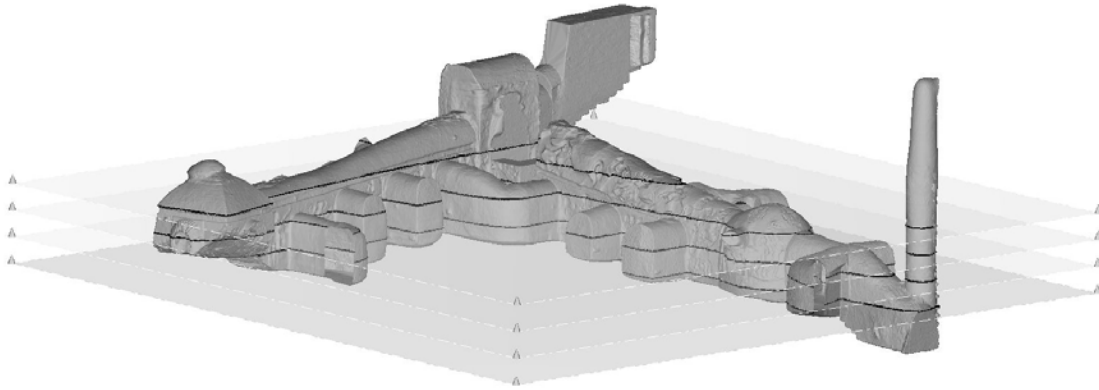




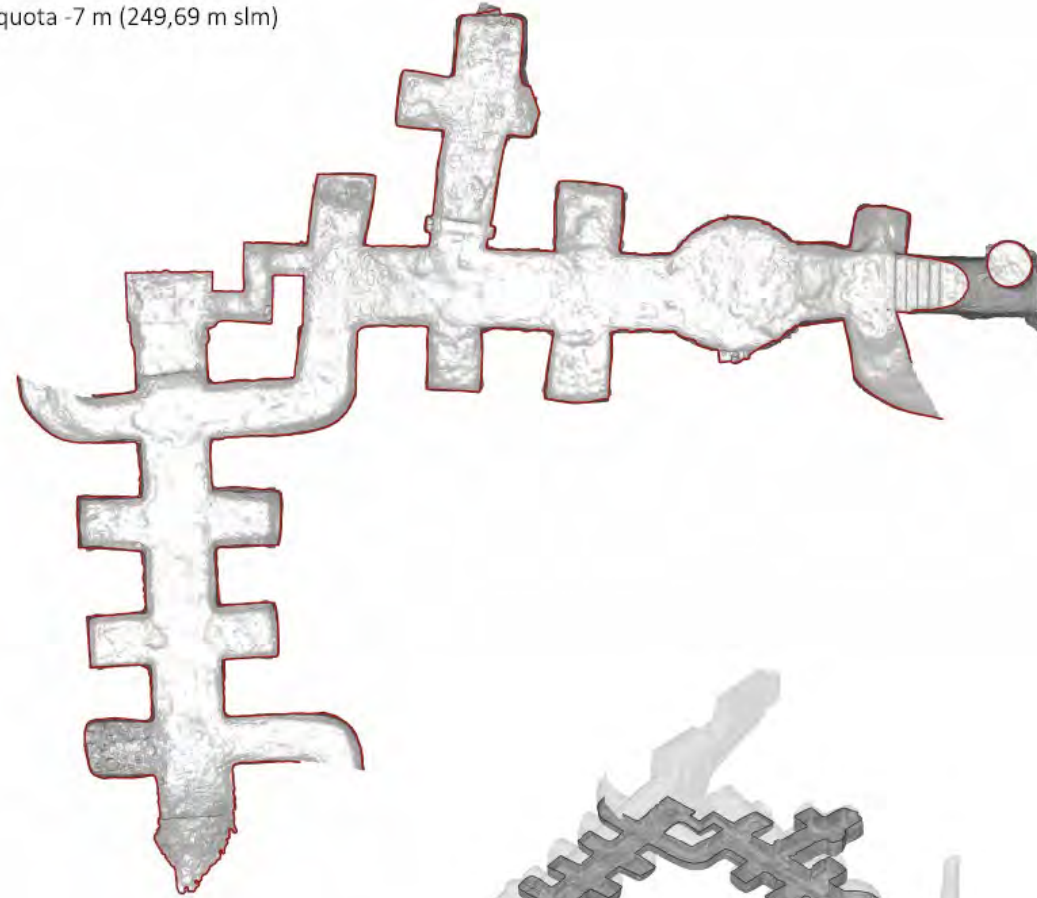
ELABORATI 3D \_ spaccati assonometrici



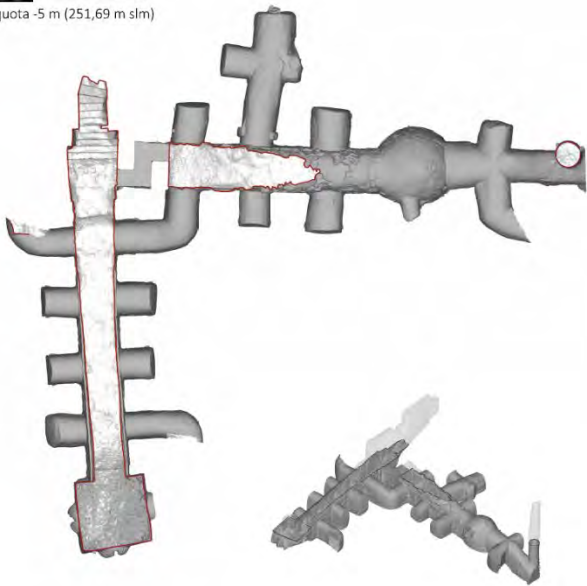
# ELABORATI GRAFICI 2D \_ planimetrie



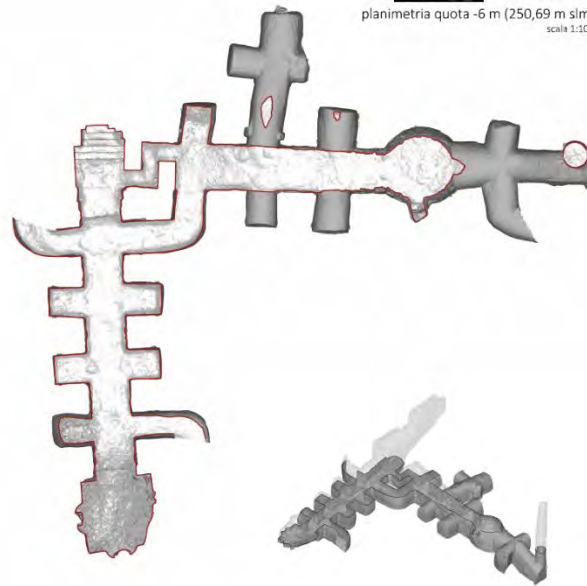
0 m 5 m 10 m  
planimetria quota -7 m (249,69 m slm)  
scala 1:100



0 m 5 m 10 m  
planimetria quota -5 m (251,69 m slm)  
scala 1:100



0 m 5 m 10 m  
planimetria quota -6 m (250,69 m slm)  
scala 1:100





ELABORATI GRAFICI 2D \_sezioni longitudinali con ortofoto





ORTOFOTO HD \_ galleria 1

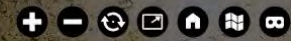




VIRTUAL TOUR \_ navigazione interattiva



Grotte Campana





## VIRTUAL IMMERSIVE REALITY \_ HTCvive

<https://www.youtube.com/watch?v=3fw3fYT0DzE>





STAMPA ADDITIVA 3D\_ modello tangibili



# Palazzo Ducale di Urbino

DL

VT

VR

AR

MR

3DP



Palazzo Ducale - Urbino



Palazzo Ducale - Urbino

TLS  
 BACKPACK  
 UAV  
 SFM  
 PHOTO HD

20 working days  
 2 TLS  
 2 cameras (fish-eye/Istar)  
 256 scans

	21/05	04/06	18/06	25/06	09/07
● C10	1-25	26-35	36-57	-	58-81
● P40	1-21	22-35	36-72	73-108	109-175

PIANO TERRA



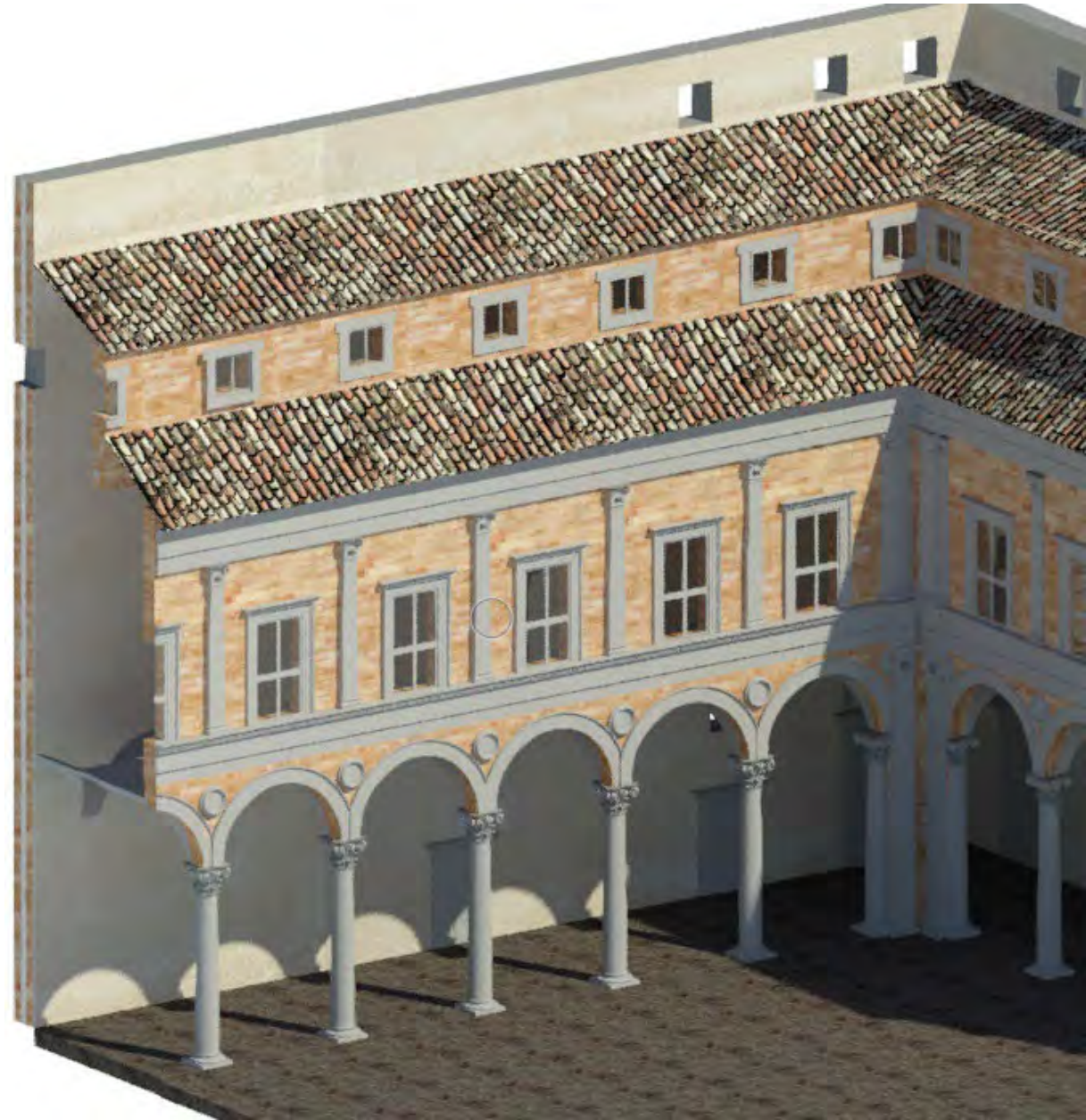
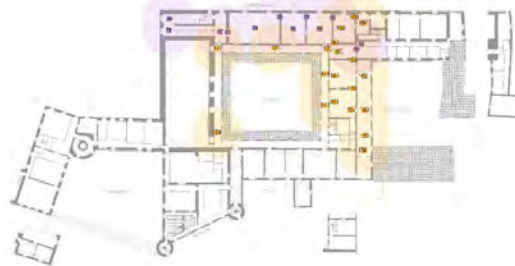
PIANO PRIMO



PIANO PRIMO INTERRATO

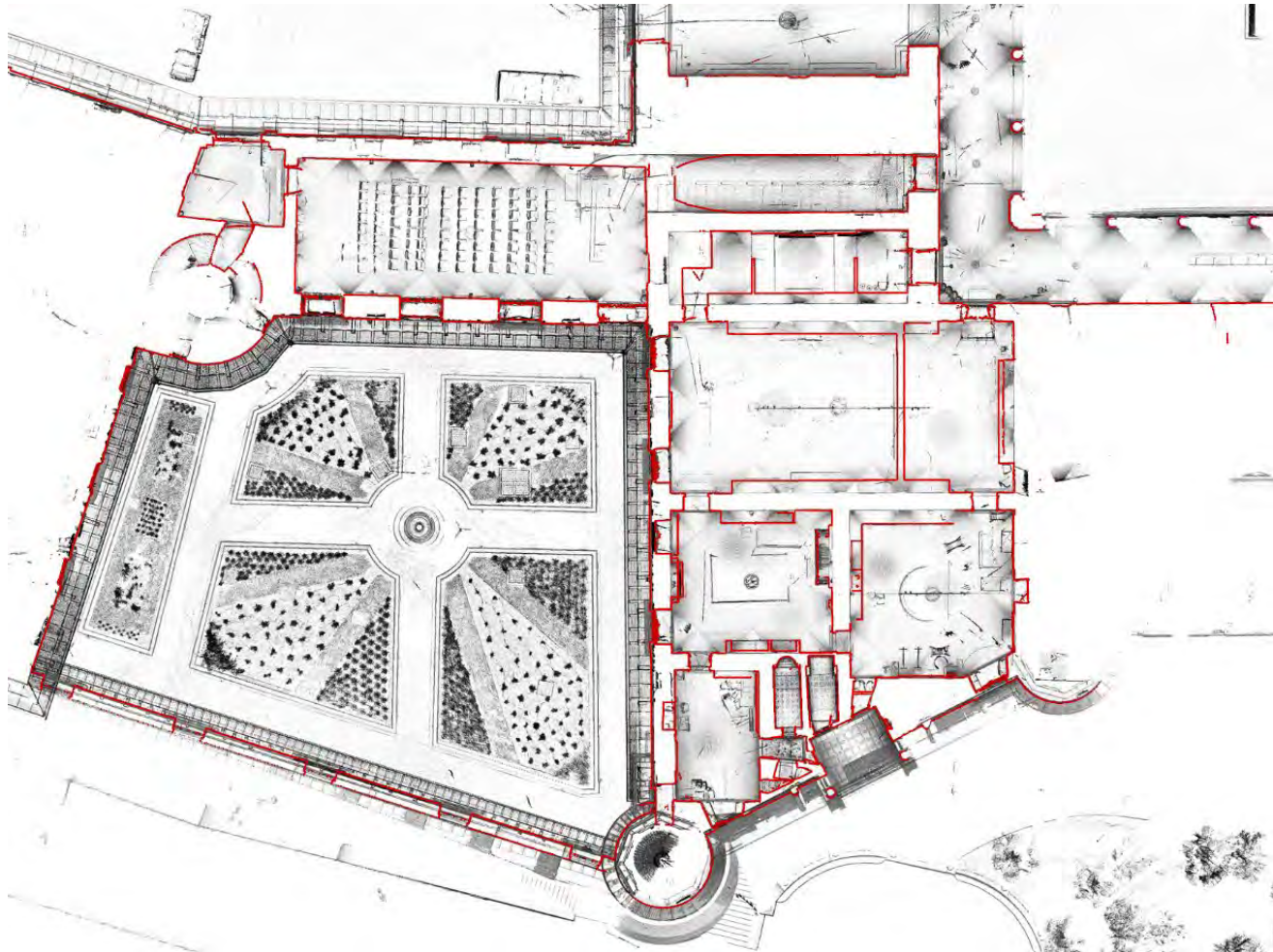


PIANO SECONDO





Palazzo Ducale - Urbino





<https://www.youtube.com/watch?v=V4-T7-jgdIQ&t=48s>

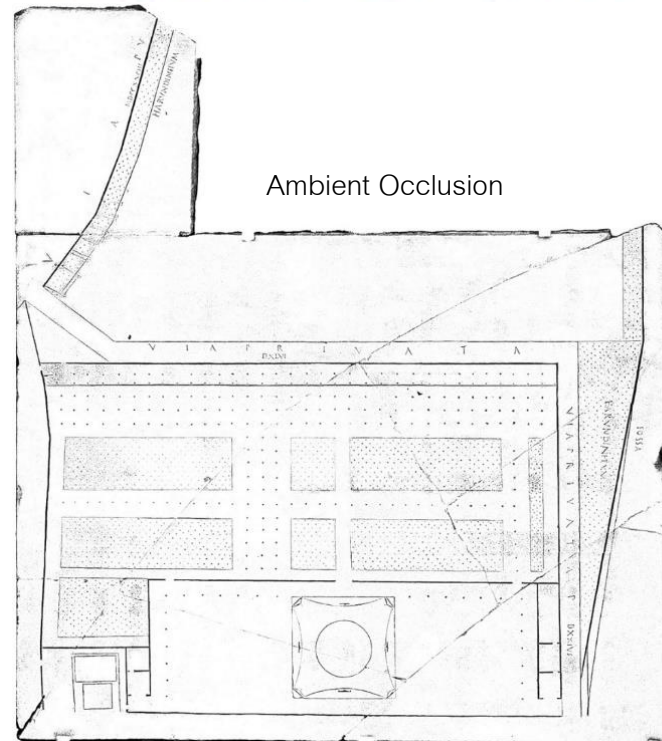
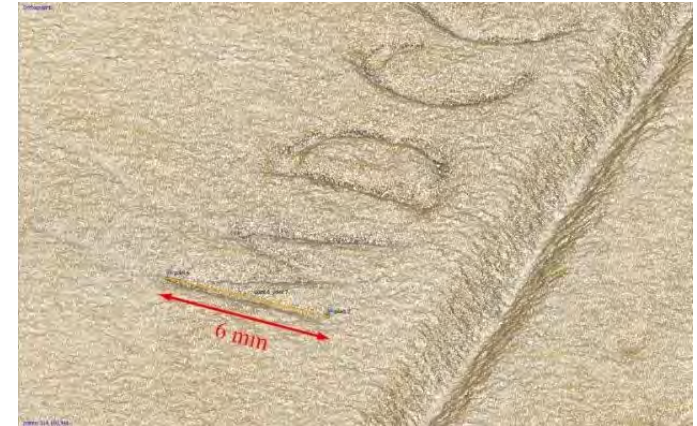
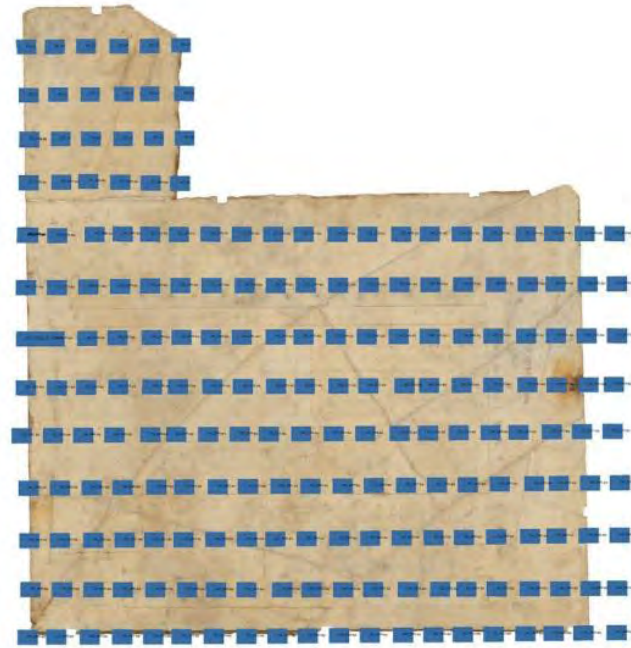


**La documentazione digitale**  
*la nuvola di punti*



«La Pianta di Mausoleo con giardino»  
Lapidarium del Palazzo Ducale di  
Urbino

<https://www.youtube.com/watch?v=0PmE-cRjtGA>



Ambient Occlusion

RGB point cloud



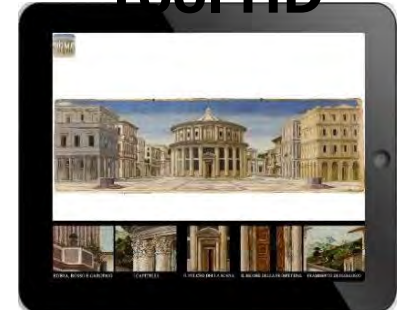
<https://www.youtube.com/watch?v=JHXltdfy8FA>



Tool 360°



Tool HD

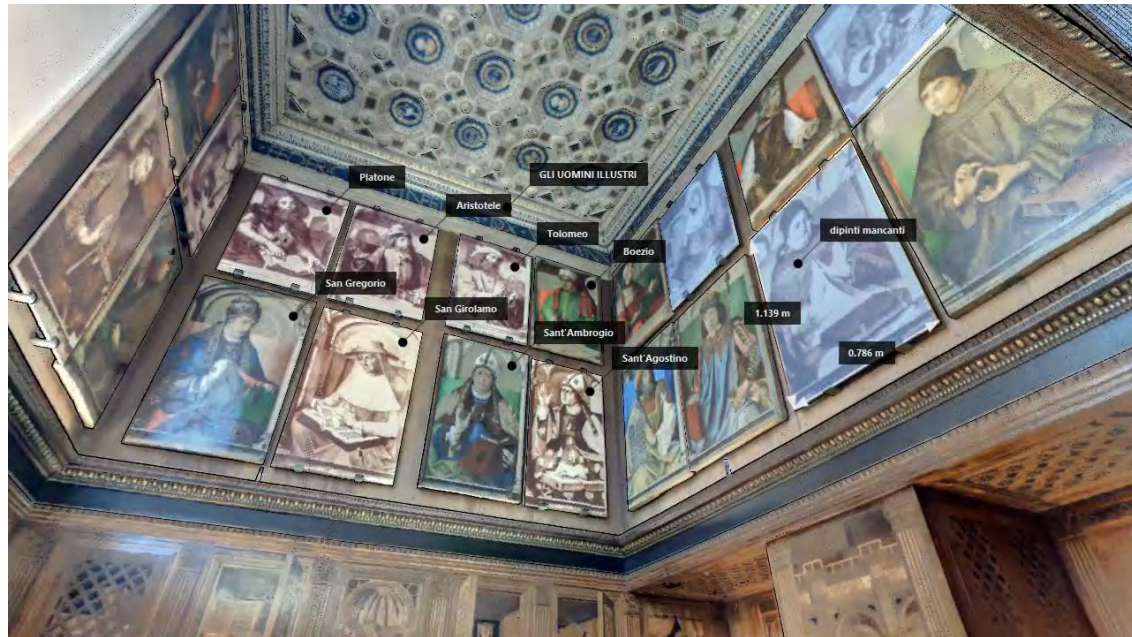


Tool AR





Palazzo Ducale – Urbino  
Lo studiolo di Federico da  
Montefeltro





Palazzo Ducale – Urbino  
Lo studiolo di Federico da  
Montefeltro

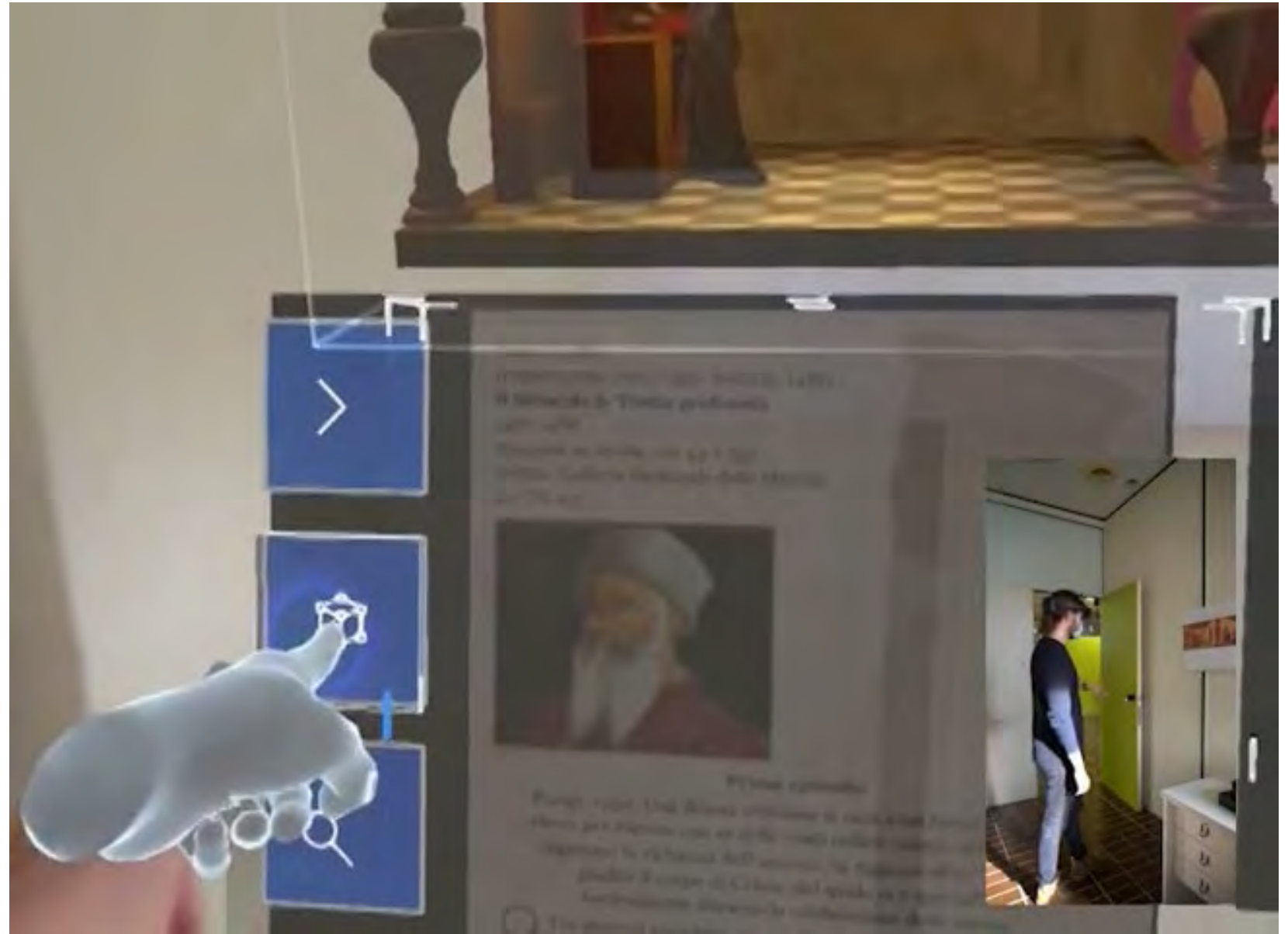
<https://www.youtube.com/watch?v=06KMveAj60s>





Palazzo Ducale, Urbino

<https://www.youtube.com/watch?v=sM8wAhP2vUU>



# La tomba della regina picena nell'area archeologica dei Pini di Sirolo Numana





Tomba della regina picena nell'area  
archeologica dei Pini di Sirolo Numana

<https://www.youtube.com/watch?v=qYtP2rJdOnk>

# L' AREA ARCHEOLOGICA "I PINI" DI SIROLO

## La Tomba della Regina di Sirolo-Numana





# PIPELINE

- Photogrammetric Acquisition
- 3D Modeling and Texture
- Model Optimization
- Creating the Virtual Environment
- Development an Immersive App
- Development of a Digital Library







# Museum analytics

Project of monitoring user behavior for museum - Bando TIM "L'arte che accoglie"  
[https://www.youtube.com/watch?v=Rg1sdcTC\\_68&t=5s](https://www.youtube.com/watch?v=Rg1sdcTC_68&t=5s)



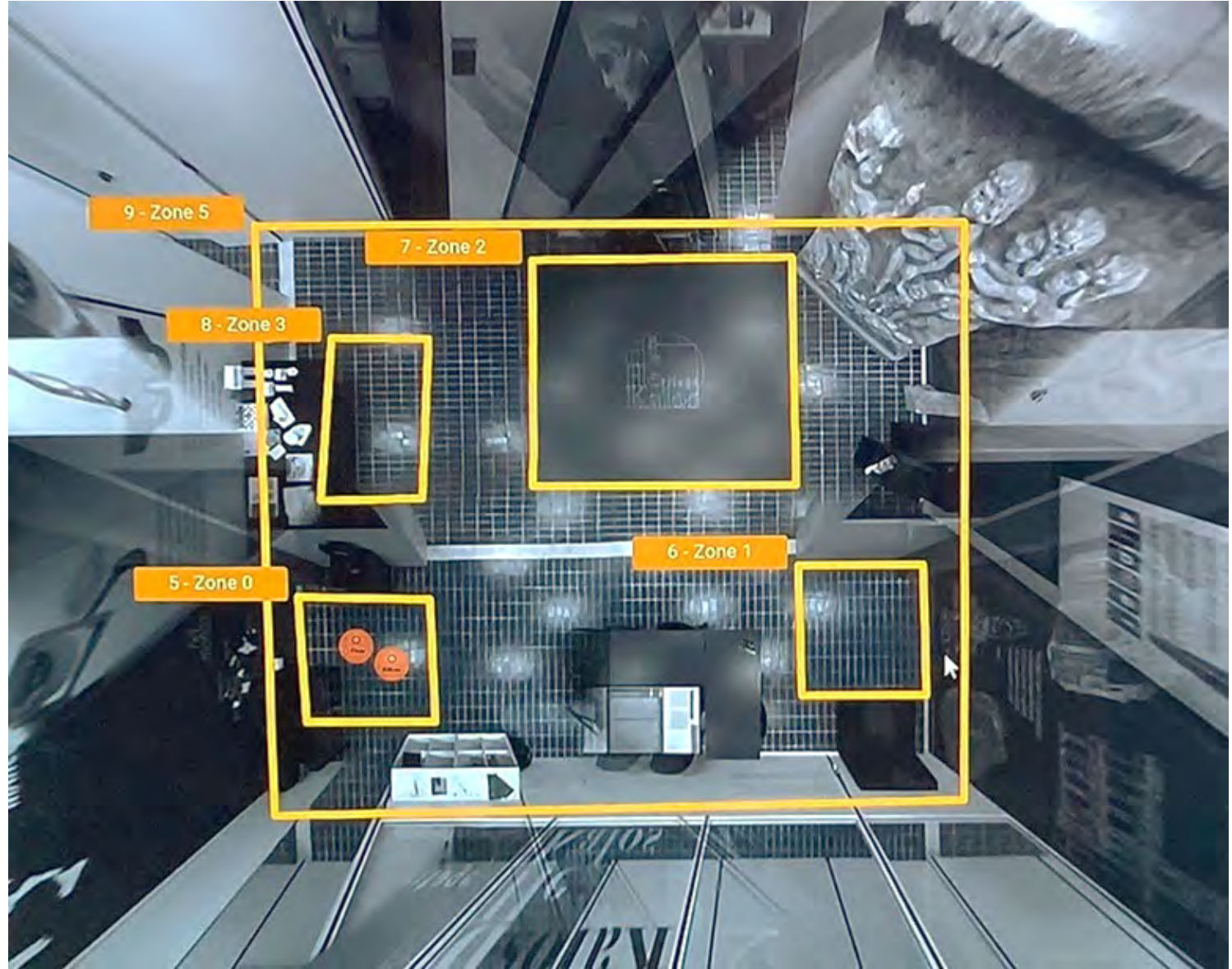
L'arte che  
accoglie



# Museum analytics - DHeKalos



Xovis 3d sensor



# Museum analytics - DHeKalos

https://cloud.grotonilab.com/dicea/



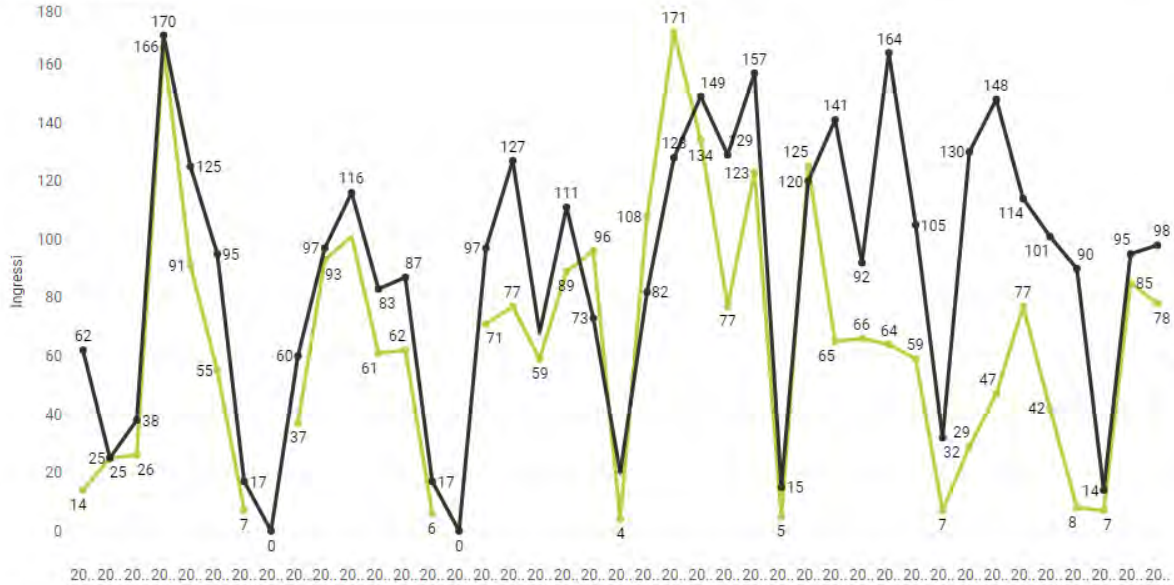
## DICEA Andamenti laboratorio

Lab
AOI
Heatmap
Cfr Lab
Cfr Rob
Cfr Heatmap
Cfr Gender

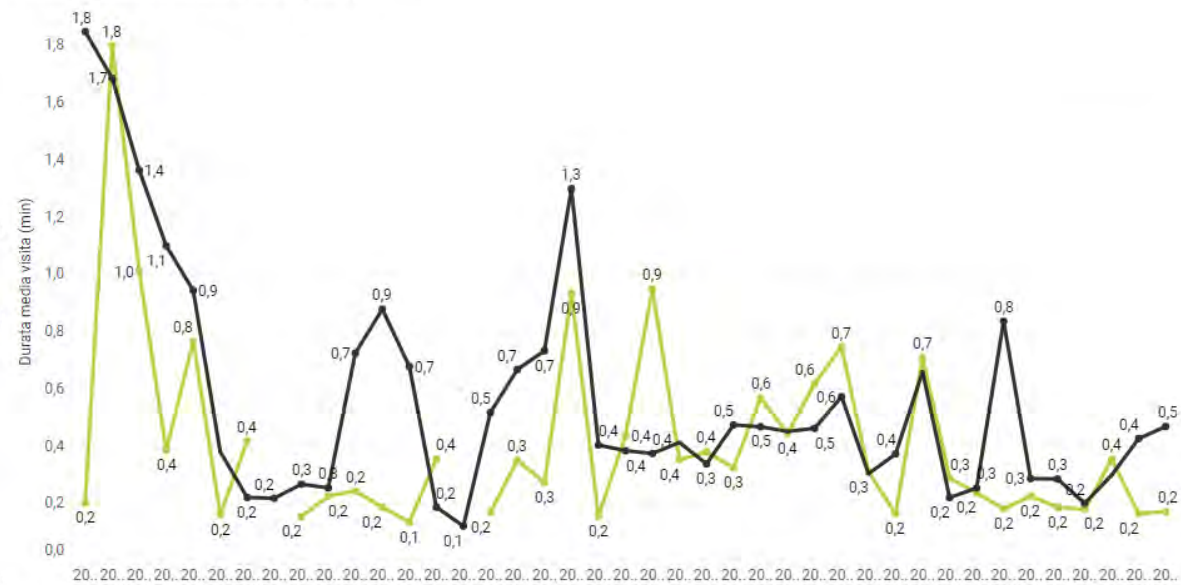
Giorno 01/02/2023 21/03/2023

Aggregazione Giorno

Trend presenze



Trend durata media visita (min)



Totale presenze

Sala 1	<b>3.592</b>
Sala 2	<b>2.517</b>

Durata media visita (min)

Sala 1	<b>0,6</b>
Sala 2	<b>0,4</b>





**Romina Nespeca**  
r.nespeca@univpm.it

UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE